

**APRENDIZAJE DE LAS RELACIONES INTERESPECÍFICAS EN UN
ECOSISTEMA A TRAVÉS DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA USANDO LA
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA GRANJA AGROECOLÓGICA DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FRANCISCO DE ASÍS DE PEREIRA**

MACROPROYECTO: AGROECOLOGÍA

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito para obtener el título de Magister en Ciencias Ambientales

con énfasis en Enseñanza de las Ciencias Naturales

Jorge Enrique Barrera Gutiérrez,

Programa Maestría en Ciencias Ambientales

Facultad de Ciencias Ambientales

Universidad Tecnológica de Pereira

Directora: Aida Milena García Arenas

2019

Resumen

El presente trabajo, se realizó en la Institución Educativa San Francisco de Asís del corregimiento Arabia en zona rural de Pereira, la cual posee amplias zonas verdes y un terreno de 1,5has destinado a la práctica agropecuaria. Se desarrolló una investigación cuantitativa, con diseño cuasiexperimental de enfoque descriptivo que buscaba valorar la incidencia de una secuencia didáctica sobre el aprendizaje de las relaciones ecológicas interespecíficas en un ecosistema, aplicando el enfoque de resolución de problemas con estudiantes de grado décimo con edades entre 15 y 17 años, de estrato socioeconómico bajo. Para el diagnóstico, se aplicó el test de Waldemar de Gregori sobre estilos de aprendizaje y un cuestionario para valorar los saberes previos de los estudiantes sobre relaciones ecológicas interespecíficas y la facilidad de resolver problemas. Se hizo una intervención en el aula aplicando una secuencia didáctica con el enfoque de resolución de problemas y articulada con el ciclo del aprendizaje, el socio-constructivismo y la agroecología. Posteriormente se aplicó el mismo cuestionario inicial y se evaluaron los resultados con los mismos niveles de desempeño: bajo, medio o alto. Se encontró que la intervención en el aula incidió positivamente en el aprendizaje de las relaciones ecológicas interespecíficas y en la resolución de problemas cualitativos que se pueden presentar en los cultivos agroecológicos, mediante el uso de las interacciones que ocurren en los agroecosistemas, manteniendo su equilibrio dinámico.

Abstract

The present work was carried out at the San Francisco de Asís Educational Institution in the Arabia corregimiento in the rural area of Pereira, which has large green areas and a land of 1.5 hectares for agricultural practice. A quantitative research was developed, with a quasi-experimental design with a descriptive approach that sought to assess the incidence of a didactic sequence on the learning of interspecific ecological relationships in an ecosystem, applying the problem solving approach with tenth grade students aged 15 and over 17 years, of low socioeconomic status. For the diagnosis, Gregori's Waldemar test was applied to learning styles and a questionnaire was used to assess students' previous knowledge about interspecific ecological relationships and the ease of solving problems. An intervention was made in the classroom applying a didactic sequence with the problem-solving approach and articulated with the learning cycle, socio-constructivism and agroecology. Subsequently, the same initial questionnaire was applied, and the results were evaluated with the same performance levels: low, medium or high. It was found that the intervention in the classroom had a positive impact on the learning of the interspecific ecological relationships and the resolution of qualitative problems that may occur in agroecological crops, using interactions that occur in agroecosystems, maintaining their dynamic equilibrium.

Dedicatoria

A la memoria de mi padre, a mi madre quien siempre me ha animado para el logro de mis metas personales y profesionales, a mi esposa Lina Marcela y a mi hijo Samuel quienes fueron la inspiración y la motivación permanente para nunca desfallecer.

Agradecimientos

Con profundo aprecio, quiero expresar mis sinceros agradecimientos a:

Dios por ser la luz que guía mi existencia.

A mi esposa e hijo por la paciencia que tuvieron durante todo el proceso de formación en esta Maestría.

El Ministerio de Educación Nacional por su apoyo económico, mediante el programa Becas por la Excelencia Docente.

A la Dra. Aida García por la confianza depositada, por su profesionalismo y por comprometerse pacientemente en la ejecución de este trabajo.

Al profesor Carlos Villalba, por su oportuna asesoría metodológica.

A los compañeros del macroproyecto Agroecología y a los compañeros estudiantes de la Maestría en Ciencias Ambientales de la UTP, por sus muestras desinteresadas de amistad y permanentes palabras de ánimo.

Al cuerpo de docentes de la Maestría en Ciencias Ambientales de la UTP.

A los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa San Francisco de Asís de Pereira.

Hoja de Vida

Fecha de Nacimiento.....Nacido el 20 de septiembre de 1971 en
.....Tuluá, Valle del Cauca, Colombia.

29 de agosto de 2003Ingeniero Forestal, Universidad Distrital
Francisco José de Caldas, Colombia

2005Docente educación media, institución
educativa San Francisco de Asís, Pereira,
Colombia

Año - PresenteEstudiante de maestría, Facultad de Ciencias
Ambientales, Universidad Tecnológica de
Pereira

Tabla de Contenido

Capítulo 1. Generalidades de la investigación.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Contexto:	3
1.3 Marco conceptual	5
1.3.1. La Secuencia Didáctica	6
1.3.2. El ciclo del aprendizaje.....	8
1.3.3. El enfoque de resolución de problemas.	9
1.3.4. Las relaciones ecológicas.	15
1.3.5. La agroecología.	18
1.4 Objetivo general y específicos	20
1.4.1. Objetivo general.	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.5 Pregunta de investigación.....	20
Capítulo 2. Metodología	21
2.1. Fase 1. Planificación.	22
2.2. Fase 2. Intervención en el aula.	23
2.3. Fase 3: Análisis de resultados y discusión de resultados.	25
Capítulo 3. Interpretación y análisis de resultados	27
3.1. Resultados del pretest.....	28
3.1.1. Análisis de conglomerados del pretest.	31

3.2. Determinación de los estilos de aprendizaje.	33
3.3. Análisis sobre la aplicación de la secuencia didáctica.	34
3.3. Análisis cuantitativo del postest.	43
Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones	56
4.1. Conclusiones.	56
4.2. Recomendaciones.....	58
5. Referencias.....	61
6. Anexos	67
Anexo 1. Pretest	67
Anexo 2. Test de Waldemar de Gregori.....	72
Anexo 3. Formato para la caracterización individual de estudiantes.	73
Anexo 4. Secuencia didáctica.....	75

Lista de Tablas

Tabla 1. Elementos para el diseño de secuencias didácticas.	6
Tabla 2. Heurísticos propuestos por Pólya para resolver problemas matemáticos.	13
Tabla 3. Pasos para la resolución de problemas de Schoenfeld.	14
Tabla 4. Secuencia de actividades aplicadas a los estudiantes de grado décimo para la recolección de información.	27
Tabla 5. Niveles de valoración para el aprendizaje de relaciones ecológicas interespecíficas y resolución de problemas.	29
Tabla 6. Medidas de tendencia central para los datos del pretest aplicado a estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	31
Tabla 7. Medidas de tendencia central para los datos del postest aplicado a estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	44
Tabla 8. Resumen de la distribución porcentual después del postest para los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira..	46
Tabla 9. Resultados del TCR para dos estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	50

Lista de Figuras

Figura 1. Vista aérea de la Institución educativa San Francisco de Asís en el corregimiento Arabia-Pereira-Colombia.	4
Figura 2. Esquema del diseño metodológico de la investigación.	22
Figura 3. Rejilla de valoración individual para determinar niveles de aprendizaje.....	26
Figura 4. Niveles de valoración para el pretest en estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.....	30
Figura 5. Dispersión respecto a la media de los niveles de valoración en el pretest de los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís.....	30
Figura 6. Análisis Clúster para el pretest aplicado a 15 estudiantes del grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.....	32
Figura 7. Estilos de aprendizaje de los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.....	34
Figura 8. Análisis y comprensión de un problema real en la granja de la institución educativa San Francisco de Asís.....	37
Figura 9. Proyección de videos sobre relaciones ecológicas en el aula de clase en la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.....	38
Figura 10. Reconocimiento de relaciones ecológicas interespecíficas en la granja escolar agroecológica de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.....	38
Figura 11. Preparación y exposición de posters sobre las relaciones ecológicas interespecíficas encontradas en la granja agroecológica de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	40

Figura 12. Exhibición de las soluciones propuestas por los estudiantes de grado décimo al problema de broca en los cafetales de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	41
Figura 13. Aplicación del postest, sobre relaciones ecológicas interespecíficas y resolución de problemas a estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	42
Figura 14. Distribución porcentual de los niveles de valoración para el postest en estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	43
Figura 15. Dispersión respecto a la media de los niveles de valoración en el pretest de los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	45
Figura 16. Comparativo individual entre las valoraciones totales del pretest y del postest para 15 estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	47
Figura 17. Comparativo individual entre las valoraciones totales del postest y la dominancia cerebral para 15 estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.	48
Figura 18. Respuestas de la estudiante 1 para las preguntas sobre relaciones ecológicas planteadas en el pretest.	51
Figura 19. Respuestas de la estudiante 1 para las preguntas sobre relaciones ecológicas planteadas en el pretest.	52

Figura 20. Respuestas de la estudiante 1 a las preguntas sobre resolución de problemas planteadas en el pretest.	54
Figura 21. Respuestas de la estudiante 1 a las preguntas sobre resolución de problemas planteadas en el posttest.	55

Capítulo 1. Generalidades de la investigación

1.1 Descripción del problema.

La educación en Colombia está atravesando por un momento coyuntural, en el que se están tratando de replantear los métodos tradicionales conductista de enseñanza-aprendizaje. Como lo plantea Garret (1988), el modelo educativo sigue considerando al estudiante como un sujeto vacío y al cual se le deben “enseñar” una serie de conocimientos que no entiende y peor aún no encuentra su utilidad para la vida, lo que conlleva a que los jóvenes no adquieran capacidad crítica y reflexiva hacia los acontecimientos políticos, sociales, económicos y ambientales, de su contexto regional y nacional que lo ayude a encajar en un mundo cada vez más cambiante. Desafortunadamente las Ciencias Naturales no escapan a esta tendencia, puesto que es común encontrar que, en los grados superiores de educación básica y media, los estudiantes muestren apatía hacia esta área, porque consideran que son temas muy complejos que solo competen a los científicos.

Un problema ambiental que está directamente relacionado con las Ciencias Naturales, es el modelo agrícola que se practica en la mayor parte del mundo y que ha venido causando un creciente impacto, por el uso excesivo de los recursos naturales renovables (agua, suelo, planta, recursos genéticos) y no renovables como los insumos químicos derivados de los combustibles fósiles (Gliessman, 2002). Uno de los problemas que se generan con este tipo de agricultura es el tratamiento con productos químicos para controlar las poblaciones de organismos vivos que interactúan con los cultivos, desconociendo que la suma de sus relaciones antes que perjudicar puede convertirse en un beneficio.

Según (Sarandón & Flores, 2014), para manejar un agroecosistema de manera sostenible, es necesario conocer los procesos biológicos naturales que en él ocurren. Es desde esta concepción que la escuela puede inducir las nuevas generaciones a la reflexión, mediante la enseñanza de las

Ciencias Naturales en escenarios que muestren los problemas reales que ocurren en la Naturaleza, para así plantear soluciones prácticas que generen una mayor conciencia y un trato más responsable con el ambiente y los recursos naturales.

La institución educativa San Francisco de Asís (IESFA) del corregimiento Arabia en Pereira, es un establecimiento educativo de carácter rural que desde su Proyecto Educativo Institucional (PEI) ha orientado su currículo a la formación directa y transversal en competencias agropecuarias y ambientales. A pesar de este noble propósito, los estudiantes no demuestran altas competencias en el área de Ciencias Naturales, lo cual se evidencia en los resultados de las pruebas Saber de grado 11, ya que en la mayoría de los casos los educandos casi siempre alcanzan puntajes por debajo de 60. En el año 2108 la valoración promedio fue de 48,48 puntos y uno de los componentes que se evaluó se relaciona con la capacidad que tienen los estudiantes para usar los conceptos y teorías de las Ciencias Naturales en la solución de problemas. Estos resultados ubican a la institución en el nivel 2 de desempeño (ICFES, 2018).

También hay que considerar que la enseñanza de las Ciencias Naturales en las instituciones educativas está regida por los lineamientos curriculares y los estándares de competencias que ha diseñado el Ministerio de Educación Nacional (MEN). En estos documentos se recomienda educar a los individuos para que comprendan las diversas interacciones biológicas, químicas, sociales y culturales que ocurren en su entorno y desarrollen competencias para resolver problemas ambientales mediante un manejo adecuado de los recursos naturales. Una estrategia muy fuerte es el de la transversalidad del conocimiento, mediante la interdisciplinariedad en las diferentes áreas, para no perder el horizonte integrador y bajo una alternativa didáctica basada en la resolución de problemas del contexto (MEN, 1998).

En la IESFA se ha proyectado el desarrollo curricular del área de Ciencias Naturales en el ciclo de la media técnica (grados Décimo y Once), enfatizando en las disciplinas de física y química perdiendo el horizonte integrador sin tener en cuenta la biología como lo recomienda el MEN en sus lineamientos curriculares. Además, se ha dejado de lado el maravilloso contexto rural como un inmenso laboratorio donde los docentes podrían poner en práctica el enfoque de resolución de problemas, propiciando la posibilidad de que los estudiantes se enfrenten a verdaderos problemas de su contexto rural cotidiano (Marín, 2015).

1.2 Contexto:

La institución educativa San Francisco de Asís, se encuentra ubicada en el casco urbano del corregimiento Arabia, el cual está a una distancia de 23km del centro de la ciudad de Pereira por la vía que de la comuna San Joaquín conduce al corregimiento Altagracia.

Las familias que conforman el contexto son de estrato socioeconómico bajo - bajo, con expectativas, deseos y aspiraciones muy variables. Algunos estudiantes presentan problemas en el campo familiar y socio afectivo, lo que contribuye a generar desadaptación, dificultades en el aprendizaje, pereza, apatía, conflictos y bajo rendimiento académico. En algunos casos los padres son poco dinámicos, conformes y desinteresados por sus hijos dentro de la institución (Restrepo, 2013).



Figura 1. Vista aérea de la Institución educativa San Francisco de Asís en el corregimiento Arabia-Pereira-Colombia. Fuente: <https://www.bing.com/maps>

Los ingresos económicos de la población se derivan de actividades agropecuarias propias del sector primario en las fincas de la región (45%) y del sector de comercio y servicios (55%), lo cual manifiesta una participación parcial de la agricultura en el sustento de las familias. En cuanto al nivel de escolaridad de los padres de familia, el 62,5 % de los hombres y el 41,7% de las mujeres apenas llegan a básica primaria. El nivel de básica secundaria apenas lo han alcanzado el 25% de los hombres y el 46,7% de las mujeres (Franco, 2015).

La institución cuenta con 9 sedes, de las cuales 8 se encargan de impartir educación preescolar y básica primaria en las veredas Yarumal, Pérez Alto, Pérez Bajo, Miralindo, Betulia Alta, Betulia Baja y San Carlos. La sede Arabia se encuentra ubicada en el casco urbano, al igual que la sede San Francisco de Asís, que tiene el estatus de ser la sede principal y administrativa y que se encarga de impartir la formación en educación básica secundaria y educación media hasta el grado once.

Desde el año 2003, se estableció un convenio con el SENA como aliado estratégico para la articulación de la educación media con el contexto educativo rural, como lo recomienda la ley 115 de 1994 en su capítulo 4, artículos 64 y 67. Actualmente la Institución ofrece formación técnica que inicia en grado décimo y culmina en grado once con la expedición del título de “técnico en producción agropecuaria ecológica”, el cual es avalado por el SENA de la ciudad de Pereira. Para cumplir con las competencias que exige el Servicio Nacional de Aprendizaje, la institución cuenta con amplias zonas verdes y una granja agropecuaria de aproximadamente 2 hectáreas en las que los estudiantes realizan su práctica empresarial productiva, ejecutando trabajos en las explotaciones de Conejos, Gallinas ponedoras, Vacunos, Lombricultivo, Café, Hortalizas y cultivos de Pancoger.

1.3 Marco conceptual

En este capítulo se hará una descripción breve sobre el proceso secuencial que se llevó a cabo para la construcción del marco conceptual y metodológico con los cuales se cimentó este trabajo. En primer lugar, se investigó sobre el concepto de Secuencia Didáctica, su importancia en el proceso de enseñanza aprendizaje y los trabajos más significativos que sirvieron como guía, ya que explican claramente el proceso metodológico para el diseño y construcción. Un insumo importante para el diseño de la Secuencia Didáctica fue el del Ciclo del Aprendizaje, así que se hará una corta reseña sobre este concepto. Seguidamente se hizo una revisión sobre el enfoque de Resolución de Problemas, el cual es uno de los componentes principales para la articulación del tema base que es las Relaciones Ecológicas entre especies en un ecosistema. Finalmente se hizo una revisión corta sobre la Agroecología, ya que fue el ambiente de aprendizaje en el cual desarrolló el trabajo.

1.3.1. La Secuencia Didáctica

La Secuencia Didáctica (SD) se ha convertido en una herramienta pedagógica que ha venido ganando terreno en el campo de la didáctica educativa en todos los ciclos de formación, abarcando los niveles de básica primaria hasta el ciclo de educación media, e incluso en el campo universitario ha venido incursionando con gran éxito (Castañeda y Tabares, 2015).

Han sido muchos los trabajos de investigación que han usado secuencias didácticas como insumo pedagógico para facilitar en el aula el proceso de enseñanza aprendizaje de diferentes temas, principalmente en el área de Lenguaje y Ciencias Naturales. En los últimos años, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en su plataforma “Colombia Aprende” ha venido cargando diferentes SD, principalmente para la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Furman (2012), propone un proceso metodológico para la construcción de SD, para la enseñanza de estándares de competencia de las Ciencias Naturales y las Matemáticas, en zonas rurales bajo el enfoque pedagógico de aprendizaje por indagación. Este enfoque ha sido adoptado por el Ministerio de Educación Nacional, para diseñar y publicar diferentes secuencias didácticas como estrategia innovadora y de apoyo para la enseñanza de las Ciencias en zonas rurales. Para esta autora, una secuencia didáctica debe contener básicamente los elementos que se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Elementos para el diseño de secuencias didácticas.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Título	Debe ser general y que abarque todos los aspectos del tema a enseñar
Visión general	Se debe dar una mirada general del tema a tratar en la secuencia y los objetivos generales de aprendizaje.

Ideas clave	Seleccionadas a partir de los estándares básicos de competencia y planteándose preguntas como: ¿Qué es lo importante de este tema? ¿Qué quiero que los estudiantes aprendan para la vida?
Objetivos de aprendizaje	- Estándares básicos de competencia. -Acciones de pensamiento.
Preguntas guía orientadoras	Para orientar el proceso de enseñanza y generar la discusión entre el grupo de estudiantes y animarlos a responderlas.
Planificación de la secuencia didáctica	Debe proponerse un camino claro y coherente, desarrollando las ideas a enseñar sin saltos conceptuales.

Fuente: Furman, M. (2012).

Para este trabajo de investigación, también se consideró como insumo el trabajo de Tobón, Pimienta y García (2010), quienes consideran a la secuencia didáctica como una herramienta valiosa en la que se deben integrar situaciones didácticas que orienten la adquisición de competencias para la vida, en la cual se debe considerar la evaluación formativa bajo la mediación del docente para el logro de determinadas metas educativas. En su libro, se presentan varias SD elaboradas para la formación de competencias bajo el enfoque socio formativo, es decir, que los estudiantes además de ser competentes sean capaces de aplicar dichas competencias en problemas y situaciones reales.

La formación por competencias se ha convertido en el paradigma educativo de la sociedad moderna y por lo tanto, del sistema educativo colombiano. Según Tobón et al (2010), las competencias son actuaciones integrales para identificar, analizar y dar solución a problemas reales

con sentido, significado y reto, propios del contexto y que se puedan replicar en distintos escenarios, integrando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer.

Los lineamientos curriculares en Ciencias Naturales entregan al docente elementos para formar en el estudiante la capacidad de solucionar problemas asociados a su contexto social y al mundo natural, para que afronte problemas auténticos en un contexto de vida cotidiana, facilitando así la adquisición de competencias científicas (MEN, 2006). El presente trabajo, se desarrolló, mediante el diseño de una secuencia didáctica con actividades prácticas y teóricas articuladas de tal forma que los estudiantes integraran el ser, el saber y el hacer para resolver problemas propios de los cultivos agroecológicos del contexto rural en el que diariamente se desenvuelven.

1.3.2. El ciclo del aprendizaje.

El ciclo del aprendizaje se utilizó en esta investigación, para darle un orden a la construcción de la secuencia didáctica. La base conceptual, se tomó de Lawson (1998) y Labinowicz (1982). Lawson describe muy claramente el origen del concepto (a partir de los trabajos del Dr. Robert Karplus en los años 1950 y 1960) y sus componentes principales. De acuerdo con este autor, el ciclo del aprendizaje tiene tres fases: exploración, introducción de vocablos y aplicación de conceptos. A su vez, el ciclo del aprendizaje cuando se usa para la planeación de actividades educativas en el aula permite la enseñanza de los dos tipos de conocimiento básico como son: el conocimiento declarativo que hace referencia a los conceptos y el conocimiento procedimental que se relaciona con los procedimientos que se realizan para adquirir los conceptos.

La teoría del aprendizaje activo de Piaget considera que el docente debe proveer en sus estudiantes los cuatro procesos responsables de la transición a niveles superiores de desarrollo intelectual, como son: experiencias físicas, la interacción social, el tiempo (cronológico y de

maduración) y la equilibración. En sus trabajos Piaget, introduce el ciclo del aprendizaje de Karplus como un “proceso” de instrucción para grupos numerosos y que facilita la tarea del docente para lograr que sus estudiantes alcancen la equilibración, mediante la puesta en práctica de sus tres fases: exploración, invención y aplicación. Esto significa que partiendo de la acción sobre los objetos del medio físico y natural y con la ayuda de los pares se realizan combinaciones de relaciones cognoscitivas que permiten aprender inteligentemente y tomar conciencia de las operaciones (Piaget, 1970; Labinowicz, 1982).

1.3.3. El enfoque de resolución de problemas.

El enfoque de Resolución de Problemas ha sido una estrategia educativa que ha venido generando trabajos de investigación principalmente en el campo de las Ciencias Naturales (Física y Química) y las Matemáticas, captando cada vez más la atención de psicólogos, pedagogos y docentes como un método alternativo a las técnicas de enseñanza tradicional conductista, en la cual se considera al estudiante como una tabla rasa que graba toda la información suministrada por el profesor, quien es el eje central del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la repetición y verbalización excesiva del objeto de enseñanza que se compone de contenidos estructurados en una secuencia lógica y rigurosamente teóricos (Paz, 2012; Perales, 1998). No en vano el Ministerio de Educación Nacional en sus estándares básicos de competencia, considera la capacidad de los estudiantes para usar el conocimiento científico en la resolución de problemas como un componente importante que se debe considerar en la enseñanza de las Ciencias Naturales (MEN, 2006).

Pozo & Crespo (1998), citados por Franco y Trejos (2017 p. 21), plantean una cierta confusión acerca del concepto de problema, pues a menudo se considera a un simple ejercicio matemático que se resuelve con heurísticos como un problema. En este caso, no se genera en el

estudiante ninguna confusión cognitiva que lo obligue a buscar una o varias rutas de solución o a plantear estrategias diversas que lo orienten hacia el alcance de una posible solución. Un verdadero problema en el ámbito educativo debe hacer que el individuo lo acepte como una situación que no se puede resolver con las técnicas habituales (heurísticos) con las que está familiarizado y que lo obligue a la reflexión y cuestionamiento de las propias ideas, a la construcción de nuevas relaciones, esquemas y modelos mentales que concluyan en nuevas explicaciones que constituyen finalmente la solución al problema (Cortes y Galindo, 2007; García, 1998).

Por su parte, Palacio (2017) considera que un problema es una situación que produce un desequilibrio en el estudiante, haciendo que este acuda a distintos caminos o estrategias para construir e implementar una posible solución.

En sus trabajos Garret (1988), propone tres tipos de problemas para ser usados en el aula de clase: los problemas tipo rompecabezas o cerrados, que tienen una o varias rutas de solución para llegar a la misma respuesta. Los problemas abiertos o cualitativos se presentan cuando se tienen una o varias rutas de solución, pero ninguna de ellas es efectiva en términos absolutos y solo existe la respuesta más adecuada, sin que el problema sea resuelto en su totalidad. Otra categoría, es la que concierne totalmente a la ciencia de los científicos, ya que se trata de situaciones en las que el individuo debe separarse de los paradigmas existentes para generar nuevos paradigmas en busca de la mejor solución. En este caso el individuo se enfrenta a los verdaderos problemas.

La aplicación de problemas cualitativos dentro del aula de clase contribuye al mejoramiento de la comprensión conceptual, ayudando a que no se recurra a información irrelevante y se realicen procedimientos de solución con variables que no hacen parte de los contenidos teóricos relacionados con la situación problema (García, 2003).

Cuando a los estudiantes se les enfrenta a situaciones reales que involucren problemas abiertos o cualitativos, se logra llegar a un punto de la zona cognitiva llamada *zona de interés optimo*, en la cual se generan conexiones neuronales que ocasionan en el individuo entusiasmo por resolver la situación y como resultado los aprendizajes adquiridos en este proceso fácilmente encajarán en su red cognoscitiva ya existente. Por lo tanto, si los estudiantes son capaces de incorporar nuevo conocimiento dentro de una estructura de conocimiento ya existente, entonces debería esperarse una correlación entre el conocimiento conceptual tras la instrucción y el éxito en las tareas de aprendizaje (Garret, 1988; Pendley, Bretz & Novak, 1994, citados por Solaz y San José, 2008).

De esta manera la resolución de problemas se puede concebir como una estrategia de aprendizaje constructivista, ya que el estudiante construye activamente su propio conocimiento mediante métodos de estudio teórico-practico en los que él es un actor responsable, consciente y activo de su propio aprendizaje (Santillán 2006). Además, si la necesidad de resolver un problema hace que el individuo recurra a la ayuda de otras personas mediante el trabajo en equipo, se acelera el proceso de adquisición del aprendizaje como lo manifiesta la teoría de Vigotsky del socio-constructivismo (Gaulin, 2001).

Para que el enfoque de resolución de problemas esté acorde con el modelo constructivista, se deben diseñar problemas que tengan un contexto de vida cotidiana y que sean relevantes para los estudiantes, que se caractericen por describir situaciones reales y que carezcan de solución inmediata. De esta forma se les guiaría en la aplicación de competencias científicas que conlleven a la construcción de nuevos conocimientos. De acuerdo con esta idea, la resolución de un problema

se producirá cuando incluya utilidad y originalidad en la misma proporción (Jiménez, 2010 citado por García y Romero, 2014; Quintanilla, Daza & Merino 2010).

Una inquietud muy común entre los docentes es acerca de la forma en que se debe articular el proceso educativo con el enfoque de resolución de problemas, para que este sea un método tan fructífero en el aula como lo ha demostrado el gran número de investigaciones que se han desarrollado hasta ahora. De acuerdo con García (1998), para que un estudiante resuelva con éxito un problema es necesario que posea la información adecuada sobre su proceso de resolución, además de la información específica en el campo al que pertenezca el problema.

Según reportan muchos autores, el uso de este enfoque en el campo de la enseñanza escolar inicio con los trabajos de Dewey en 1910, quien desarrolló un método de resolución de problemas para ser aplicado en el aula de clase que consta de cinco pasos organizados de forma secuencial, como se cita a continuación: identificación del problema, definición del problema, producción de hipótesis sobre posibles soluciones, desarrollo de estas hipótesis y comprobación de las hipótesis (Kempa, 1986; Marín, 2015; Paz, 2012).

Mas adelante el matemático George Pólya publica el libro “*How to solve it*”, en 1945, el cual fue traducido a varios idiomas y publicado nuevamente en 1965 con el título “*como plantear y resolver problemas*”. En este trabajo, el autor postula un método procedimental de varios pasos para resolver problemas matemáticos, los cuales se resumen en la tabla 2. A cada paso Pólya lo llama heurístico (Pólya, 1965). Este método fue muy popular en esa época entre los docentes de matemáticas, pero debido a la poca preparación que recibían para aplicarlo con eficacia en las aulas fue perdiendo popularidad (Gaulin, 2001).

Tabla 2. Heurísticos propuestos por Pólya para resolver problemas matemáticos.

FASE	CARACTERÍSTICAS
1. Comprender el problema	Se resuelven preguntas como: ¿Cuál es la incógnita? ¿Cuáles son los datos? ¿Qué conozco y que desconozco?
2. Diseñar un plan	Se usa la experiencia y los conocimientos relacionados con el tema para buscar una o varias estrategias de solución.
3. Ponerlo en práctica	Se pone en práctica el plan, comprobando los pasos para corroborar que son correctos.
4. Examinar la solución	Se comprueban los resultados usando otro método o preguntándose ¿puedo usar este método para solucionar otros problemas?

Fuente: Pólya, 1965.

Con el auge del constructivismo, se volvió a retomar la resolución de problemas en las aulas y por lo tanto los trabajos de investigación. Uno de los abanderados fue Alan Schoenfeld, un consagrado investigador sobre el tema y que realizó varios trabajos en los que se propuso encontrar la razón por la que el método de Pólya, había presentado tantas dificultades para docentes y estudiantes de matemáticas. En 1985, publica su libro “*Mathematical Problem Solving*”, en el que relata las conclusiones a las que llegó después de realizar varios experimentos con estudiantes y docentes, aplicando los heurísticos de Pólya en la resolución de problemas.

Según Barrantes (2006), Schoenfeld, descubrió que además de los heurísticos, se debían considerar aspectos o dimensiones propias de cada persona como:

- Los recursos: se trata de los conocimientos previos con que cuenta el estudiante antes de abordar la situación problema. El docente debe conocer muy bien esta dimensión para evitar el fracaso en el proceso.

- Control o metacognición: Gaulin (2001) lo describe como la capacidad del estudiante para decidir en qué momento abandonar una ruta de solución, si detecta que no es la adecuada y retomar otra.
- El sistema de creencias del estudiante y del docente: son las nociones previas con las que llega el estudiante a la escuela, acerca de cómo funcionan las ciencias, que en la mayoría de los casos son falsas. Respecto al docente, generalmente el cree que sus estudiantes aprenden como a él le enseñaron en la escuela o en la universidad.
- Las heurísticas: para Schoenfeld, cada problema requiere de ciertas heurísticas en particular.

Por lo tanto, si el docente y el estudiante logran controlar las anteriores dimensiones, la aplicación del enfoque de resolución de problemas en el aula de Ciencias Naturales puede tener éxito si se usan los pasos propuestos por Pólya (1965) y mejorados por Schoenfeld (1985), citados por Trejos y Franco (2017) y que se describen en la tabla 3:

Tabla 3. Pasos para la resolución de problemas de Schoenfeld.

FASE	CARACTERÍSTICAS
1. Análisis y comprensión del problema.	Se puede hacer por medio de diagramas, dibujos, gráficos, fotos, semejanzas con otros problemas, esquemas y narraciones.
2. Diseño y planificación de la solución.	Se deben considerar los procesos de regulación y conocimiento metacognitivo, los saberes previos y el conocimiento específico del tema que tenga el estudiante.

3. La exploración de diversas rutas para la solución del problema.	Se deben tener en cuenta la metacognición y el autocontrol y la capacidad de investigación del estudiante. Evitar al máximo las rutas vagas o sin fundamento.
4. La verificación de la solución.	Teniendo criterios específicos como la utilización de todos los datos pertinentes y criterios generales como obtener la misma solución por un método diferente.

Fuente: *Trejos y Franco (2017)*.

1.3.4. Las relaciones ecológicas.

En los ecosistemas se establecen relaciones ecológicas, las cuales ocurren generalmente entre dos organismos que interactúan para obtener ganancia de los diferentes recursos con el objetivo primario de sobrevivir. Estas interacciones son muy diversas y ganan complejidad según el tiempo durante el que interactúen los seres vivos involucrados, facilitando procesos de selección natural hasta el punto de incidir en el tipo y número de especies en cada comunidad (Muñoz, Díaz, Marín & Parra, 2010; Torres, 2002). Por lo tanto, estas interacciones sustentan la biodiversidad y funcionalidad de las comunidades naturales y han tenido un papel central en la evolución de la biodiversidad terrestre (Thompson 2006, citado por Jordano, Vázquez y Bascompte, 2009).

Si las relaciones ecológicas ocurren entre individuos de la misma especie, se les denomina intraespecíficas, pero si la interacción ocurre entre individuos de especies diferentes se llaman interespecíficas. Algunas pueden ser positivas cuando generan beneficio a uno o a los dos organismos involucrados, propiciando su crecimiento poblacional. Otras pueden ser negativas cuando causan perjuicio o hasta la muerte de uno de los dos seres vivos, desacelerando su crecimiento. En otras ocasiones no se causa beneficio ni perjuicio, así que se considera como una relación neutra (Torres, 2002). En algunos libros de texto, se considera la simbiosis como una

relación ecológica positiva, pero Sutton (2006), expresa que todas las relaciones ecológicas entre organismos en un ecosistema se consideran relaciones simbióticas, sin importar el beneficio o perjuicio para los organismos involucrados, pues la etimología del término indica que proviene del griego “Symbiosis” que significa vivir juntos.

Para cumplir con los objetivos de esta investigación, se seleccionaron solo las relaciones ecológicas interespecificas, debido a que son más abundantes y fáciles de detectar en los agroecosistemas y una buena parte de los estudiantes las tienen incorporadas de alguna forma en sus estructuras mentales. A continuación, se describe cada una:

- Competencia: Las poblaciones de dos o más especies que coexisten en el mismo hábitat, se ven afectadas de forma negativa cuando ambas buscan un recurso común y escaso (Smith & Smith, 2007). Puede ocurrir que cuando una especie es más eficiente en el aprovechamiento del recurso, terminará eliminando a la otra del lugar donde ambas habitan, cumpliéndose el principio de exclusión competitiva de Gause, quien lo formuló en 1934 (Sutton, 2006).
- Depredación: cuando un organismo llamado depredador caza y mata a otro conocido como presa. Cuando los dos organismos han evolucionado juntos, la interacción hace que permanezcan en equilibrio sin poner en riesgo la existencia de uno u otro (Aldana, 2001). Esta coevolución a menudo viene acompañada de diversas adaptaciones como el mimetismo, el camuflaje, las corazas, las defensas conductuales y químicas y la coloración, cuyo objetivo es perfeccionar el ataque o la defensa. El herbivorismo es un tipo especial de depredación, en la que un animal se alimenta de partes de una planta sin matarla (Smith & Smith, 2007).

- **Parasitismo:** es un tipo de simbiosis en la que un organismo conocido como parásito obtiene nutrientes a expensas de otro llamado hospedero, causándole daño y en casos extremos la muerte. Algunos parásitos viven en el exterior del cuerpo del hospedador, por lo que esta relación se conoce como Ectoparasitismo. Otros viven en el interior del cuerpo del huésped, así que se llaman endoparásitos y establecen una relación simbiótica de Endoparasitismo (Muñoz et al, 2010).
- **Comensalismo:** una especie obtiene un beneficio que generalmente es la supervivencia y la otra no obtiene beneficio ni perjuicio. Hay tres variaciones de comensalismo: en la foresis un organismo usa otro como medio de transporte, en el inquilinismo un ser vivo usa a otro como hospedero y en la tanatocresis un individuo usa el cadáver o partes muertas de otro como hospedaje (Muñoz et al, 2010). Por su parte, Smith y Smith (2006), sostienen que esta interacción surge cuando en la coevolución entre parásito y hospedero, este último en algún momento desarrolla diversas estrategias de resistencia que le permiten minimizar o neutralizar totalmente o en gran proporción los efectos negativos.
- **Mutualismo:** en alguna etapa de la coevolución, el comensalismo se puede convertir en una relación mutualista, en la que ambos organismos se benefician, mejorando la supervivencia, el desarrollo o la reproducción (Smith & Smith, 2006). El vínculo puede ser obligado, cuando ambas especies se necesitan mutuamente para poder vivir o facultativo cuando las especies que interactúan pueden vivir la una sin la otra (Muñoz et al, 2010).
- **Amensalismo:** en esta relación una especie inhibe el desarrollo y supervivencia de otra, sin que la primera resulte afectada. También llamada antibiosis, debido a que

las primeras descripciones de la interacción se hicieron cuando se descubrió que el hongo *Penicillium* inhibía el crecimiento de algunas bacterias (Sutton, 2006; Torres, 2002).

- Herbivorismo: es la relación de interferencia entre un organismo que devora tejidos de una planta para obtener energía. En un enfoque general, la herbivoría contribuye a transferencia de biomasa desde un ecosistema a otro. En los agroecosistemas, la pérdida de tejido vegetal se puede traducir en pérdidas significativas de área fotosintética ocasionando retraso en el desarrollo de las plantas (Gliessman 2002).

En los agroecosistemas, las interacciones también pueden ser complejas y suelen implicar a diferentes niveles tróficos y a bastantes especies de plantas, fitófagos y enemigos naturales, destacándose relaciones de parasitismo, herbivoría, hiperparasitismo y depredación. Las arvenses son componentes importantes de los agroecosistemas porque influyen sin duda en la biología y la dinámica poblacional de los insectos benéficos, ofreciendo muchos recursos importantes a los enemigos naturales, tales como presas u hospederos alternativos, polen o néctar, así como microhábitats que no están disponibles en los monocultivos libres de malas hierbas (Van Emden, 1965; Price et al., 1980 citados por Altieri & Nichols, 2004).

Altieri (1999), considera que desde el punto de vista de la agroecología, un agroecosistema se puede considerar como un ecosistema en el que ocurren procesos ecológicos como ciclos de nutrientes, interacción de depredador/presa, competencia, comensalía y cambios sucesionales a menor escala.

1.3.5. La agroecología.

Las técnicas de producción agrícola actuales que se fundamentan en el paradigma de la revolución verde, mediante la aplicación intensiva de fertilizantes y plaguicidas químicos

derivados del petróleo, que han afectado negativamente la biodiversidad funcional y los mecanismos de regulación ecológica generando impactos negativos en los principales componentes naturales necesarios para la producción de alimentos como son: suelo, agua, aire y seres vivos (Altieri & Nicholls, 2012; Sarandón & Flores, 2014).

De acuerdo con Méndez & Gliessman (2002, p 6) “**la agroecología** surge como una disciplina para enfrentar los problemas que ha generado la agricultura moderna convencional”.

Esta nueva ciencia agrícola se basa en la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles, en los que se pueden encontrar aproximaciones a los niveles de organización de un ecosistema natural (Altieri 1999; Gliessman 2002).

La Agroecología se puede definir como la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas como un sistema holístico en el que ocurren interacciones complejas que involucran procesos biológicos, culturales, sociales y políticos con profundas propiedades emergentes (León, 2009). Por medio del conocimiento científico de estos procesos, los sistemas agroecológicos pueden ser implementados con el objetivo de generar los más bajos impactos ambientales y sociales, ya que no dependen de insumos externos para su objetivo final que es la producción de alimentos (Altieri, 1999; Sarandón y Flores, 2014).

Para Mendoza (2011), la agroecología le da un gran valor a la biodiversidad al favorecer el cultivo de diferentes especies vegetales en un mismo sitio, generando así un ambiente adecuado para que ocurran las interacciones entre las diferentes cadenas tróficas (herbívoros, carnívoros, detritívoros) y para que proliferen en el suelo gran variedad de macro y microorganismos como: hongos, bacterias, actinomicetos, protozoos, anélidos, ácaros, arácnidos, entre otros, que en

ultimas favorecen procesos de descomposición y mineralización de materia, reciclaje de nutrientes, protección contra la erosión y control de plagas y enfermedades.

1.4 Objetivo general y específicos

1.4.1. Objetivo general.

Determinar la incidencia de una Secuencia Didáctica sobre el aprendizaje de las relaciones ecológicas interespecíficas en un ecosistema, usando el enfoque de la resolución de problemas en los estudiantes de grado décimo de la Institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

1.4.2. Objetivos Específicos

1.4.2.1. Objetivo 1. Construir un marco teórico para diseñar una secuencia didáctica que apoye la enseñanza de las relaciones interespecíficas en un ecosistema a través de la resolución de problemas y la agroecología.

1.4.2.2. Objetivo 2. Implementar en el aula de clase una secuencia didáctica sobre las relaciones ecológicas interespecíficas en un agroecosistema bajo el enfoque de resolución de problemas.

1.4.2.3. Objetivo 3. Determinar la incidencia de una secuencia didáctica en el aprendizaje de las relaciones ecológicas interespecíficas en un ecosistema y la resolución de problemas.

1.5 Pregunta de investigación.

¿Cuál será la incidencia de una secuencia didáctica en el aprendizaje de las relaciones ecológicas interespecíficas en los ecosistemas usando el enfoque de resolución de problemas, en los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís?

Capítulo 2. Metodología

El presente trabajo es una investigación cuantitativa, ya que se midió el nivel de aprendizaje adquirido por un grupo de estudiantes después que se les aplicó un pretest y un postest sobre un tema específico de las Ciencias Naturales y se analizaron los datos mediante el uso de medidas estadísticas. Tiene alcance explicativo, ya que permitió dar respuesta a los cambios que sucedieron en el aprendizaje de los estudiantes sobre el tema de relaciones ecológicas interespecíficas en los ecosistemas y la habilidad para la resolución de problemas (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Es una investigación cuasiexperimental, ya que el grupo con el cual se realizó la investigación no fue seleccionado al azar y fue producto de la escogencia selectiva del investigador, es decir se trató de una muestra experimental y no probabilística (Briones, 2002).

La investigación se hizo en la población de estudiantes matriculados en el grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de la ciudad de Pereira. Como unidad de trabajo se seleccionó una muestra de 15 estudiantes. Las edades oscilaron entre los 15 y 17 años, de los cuales 9 son de género femenino y 4 de género masculino. El estrato socioeconómico varió entre 1 y 2. El contexto en el que se desenvolvían era netamente rural y 11 de ellos vivían en un hogar biparental (ambos padres), y los 4 restantes vivían en un hogar monoparental (solo madre o abuela). En todos los casos, los padres tenían alguna formación académica desde primaria, hasta bachillerato completo.

Como unidad de análisis se consideró la incidencia que tuvo una Secuencia Didáctica bajo el enfoque de resolución de problemas, en el aprendizaje de las relaciones ecológicas interespecíficas de un ecosistema. El diseño metodológico se elaboró en tres fases (figura 2). Cada fase se relacionó con uno de los objetivos específicos planteados en la investigación.

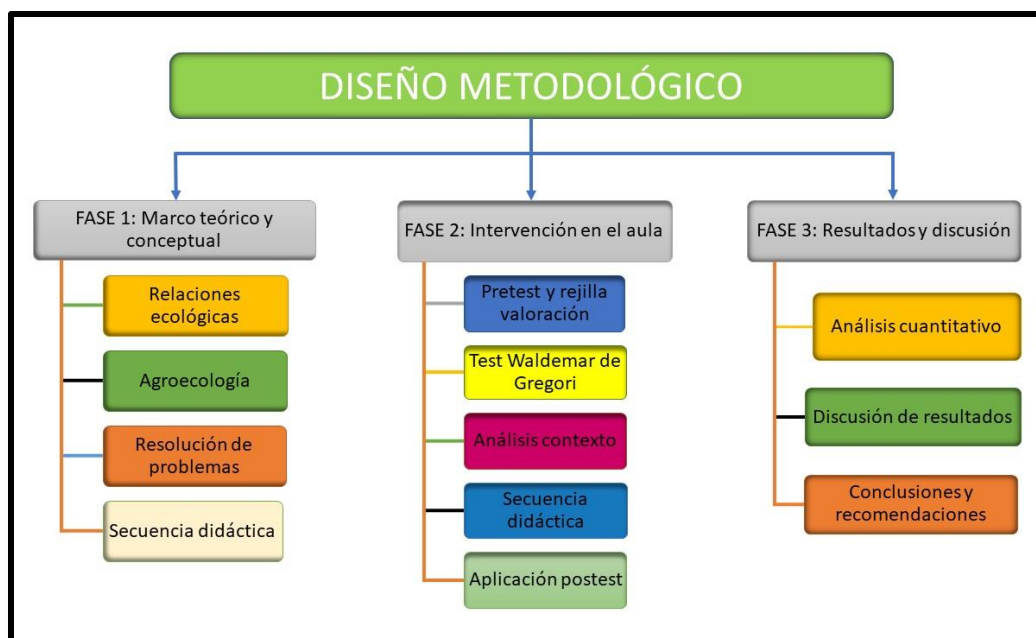


Figura 2. Esquema del diseño metodológico de la investigación. Fuente: Elaboración propia

2.1. Fase 1. Planificación.

En este momento de la investigación, se hizo una exhaustiva revisión de las fuentes bibliográficas que brindarían información científica sobre la aplicación del enfoque de resolución de problemas en el aula de Ciencias Naturales, con énfasis en la biología. Se indagó acerca de las relaciones ecológicas en los ecosistemas y sobre el desempeño de los estudiantes de la institución educativa en las pruebas externas. También se consultaron los principales exponentes del ciclo del aprendizaje, el socioconstructivismo y el constructivismo. Fue muy importante la consulta de algunas tesis de grado que se adelantaron en las Universidades de la región, en las que se aplicó el enfoque de resolución de problemas en el aprendizaje profundo de las Ciencias Naturales, destacándose los trabajos:

- Aprendizaje en profundidad de razones y proporciones basado en la resolución de problemas (García y Romero, 2014).

- Aprendizaje en profundidad de biología celular (ciclo celular) basado en un proceso de evaluación formativa (Franco y Trejos, 2017).
- Aprendizaje profundo a través de la resolución de problemas en estudiantes de noveno grado en la institución educativa San Francisco de Paula (Marín, 2015).

Las anteriores investigaciones aplicaron en su diseño metodológico y procedimental los procesos de resolución de problemas planteado por Allan Schoenfeld y José Joaquín García. Después de hacer un análisis, se decidió adecuar este método para este trabajo. Con relación a la planificación y diseño de una secuencia didáctica, se investigaron varios autores y algunos trabajos de la plataforma virtual del Ministerio de Educación Nacional que sirvieron como modelo.

Finalmente se consultaron los textos más relevantes sobre Agroecología como los de Stephen Gliessman, Miguel Ángel Altieri, Clara Nicholls y Santiago Javier Sarandón para tener unas bases conceptuales solidas que permitieran orientar las actividades de la secuencia didáctica a partir de la interacción de los estudiantes con los cultivos agroecológicos y así dirigir el aprendizaje sobre las relaciones ecológicas interespecíficas de los ecosistemas, de manera transversal con un agroecosistema.

Con estas bases teóricas, se elaboró el ámbito problémico, los objetivos, el marco teórico, la metodología, los instrumentos para recolectar información y para la intervención en el aula.

2.2. Fase 2. Intervención en el aula.

Este fue el segundo paso que se dio en este proceso. Se desarrolló con la siguiente secuencia de actividades:

- Elaboración, validación y aplicación del pretest y postest: con la supervisión del asesor metodológico y la directora del macroproyecto de Agroecología de la UTP, se diseñó un cuestionario o pretest (ver anexo 1). En dicho pretest se describían

interacciones ecológicas y una situación problema con 6 preguntas de tipo abierto sobre los contenidos que se iban a enseñar, siguiendo los planteamientos de Carretero *et al* (1997). Se hizo una prueba piloto con estudiantes diferentes a los que conformarían la unidad de trabajo, pero que eran del mismo ciclo educativo (grado once). Después de validado se aplicó antes y después de la intervención en el aula a los estudiantes de grado Décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de la ciudad de Pereira.

- **Rejilla de valoración:** a partir de la revisión de los trabajos de otros autores y con la supervisión del asesor metodológico y la directora del macroproyecto Agroecología, se diseñó una rejilla de calificación que media el nivel de desempeño de cada estudiante con respecto a las relaciones ecológicas interespecíficas y la resolución de problemas. Esta rejilla permitía establecer tres tipos de valoración: alto, medio y bajo (ver Tabla 5 en la página 29).
- **Test de estilos de aprendizaje:** se hizo esta intervención para poder hacer un trabajo integral mediante la combinación de los estilos de aprendizaje. Esta prueba, se basa en la teoría tricerebral de Waldemar de Gregori (2002), quien sostiene que el cerebro humano hace uso de tres procesos mentales (lógico, operativo y creativo) para descubrir la realidad y construir el conocimiento, pero que generalmente hay una dominancia de alguno de los procesos, lo cual determina que un individuo se caracterice por el dominio ya sea del cerebro derecho, del cerebro izquierdo o del cerebro central. El modelo de cuestionario para el test se puede ver en el anexo 2.
- **Análisis del contexto educativo:** se creó una encuesta con preguntas dirigidas a conocer aspectos de los estudiantes que pudieran influir en su proceso de

enseñanza–aprendizaje (ver anexo 3). En ella se indagaba sobre conformación del núcleo familiar, edad, escolaridad de los padres, estrato socioeconómico, entre otras.

- Planificación y diseño de una secuencia didáctica: Esta se consideró como la variable dependiente y uno de los insumos más importantes para el desarrollo del proceso educativo en el aula. Se planificó y construyó siguiendo las recomendaciones de Melina Furman y usando como guía algunas secuencias didácticas del MEN. La secuencia didáctica se programó con 7 sesiones o actividades con una pregunta orientadora para cada una y se desarrolló en un tiempo de 28 horas con una intensidad de 5 horas semanales. La secuencia didáctica completa se puede ver en el anexo 4.
- Aplicación del postest: 30 días después de terminada la intervención con la secuencia didáctica sobre relaciones ecológicas interespecíficas y resolución de problemas, se aplicó el mismo cuestionario con preguntas de respuesta abierta que se usó para el diagnóstico de los saberes previos de los estudiantes.

2.3. Fase 3: Análisis de resultados y discusión de resultados.

Para el análisis cuantitativo, los datos se obtuvieron a partir de la aplicación de un cuestionario que contenía un texto narrativo que describía diferentes tipos de relaciones ecológicas interespecíficas y una situación problema del contexto rural. Al final del cuestionario se hicieron 6 preguntas de respuesta abierta con el fin de obtener el nivel de conocimiento que tenían los estudiantes sobre el tema de relaciones ecológicas interespecíficas y sobre la identificación y resolución de problemas. Este cuestionario se aplicó antes (pretest) y al final (postest) de la intervención en el aula con una secuencia didáctica.

Los resultados obtenidos, tanto del pretest como del postest, se transcribieron en una hoja de cálculo del programa Excel (figura 3), que contenía las valoraciones designadas para cada pregunta. Cada estudiante se valoró y se ubicó en alguno de los tres niveles de desempeño establecidos: Alto, Medio y Bajo.

N°	NOMBRE	PREGUNTA	VALORACIÓN	VALORACIÓN TOTAL	NIVEL DE VALORACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA VALORACIÓN
		1.1				
		1.2				
		1.3				
		1.4				
		1.5				
		1.6				

Figura 3. Rejilla de valoración individual para determinar niveles de aprendizaje.

Fuente: elaboración propia

Posteriormente se hizo un conteo del número de estudiantes que se ubicaron en cada nivel después de aplicar el cuestionario inicial y el cuestionario final y con esta información se hicieron las comparaciones, para determinar si hubo incidencia de la secuencia didáctica bajo el enfoque de resolución de problemas en el aprendizaje de las relaciones ecológicas interespecíficas en un ecosistema. Este análisis se hizo mediante estadística descriptiva con las siguientes medidas de tendencia central: la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Para el análisis se usó el programa infostat y el programa Excel de office.

Capítulo 3. Interpretación y análisis de resultados

En la tabla 4 se describe como se hizo el proceso de recolección de información sobre el aprendizaje de las relaciones ecológicas en un ecosistema en los estudiantes de grado décimo, mediante la aplicación de una secuencia didáctica bajo el enfoque de resolución de problemas. Con la información recolectada se hizo el respectivo análisis cuantitativo.

Tabla 4. Secuencia de actividades aplicadas a los estudiantes de grado décimo para la recolección de información.

INSTRUMENTO APLICADO	FECHA	N° DE ESTUDIANTES	TIEMPO (HORAS)	DESCRIPCIÓN
PRETEST	30 DE ABRIL DE 2108	14	1	Identificar el nivel de aprendizaje en relaciones ecológicas y resolución de problemas
TEST DE WALDEMAR DE GREGORI	1° SEMANA DE MAYO DE 2018	14	2	Detectar dominancia cerebral y estilo de aprendizaje de cada estudiante.
CARACTERIZACIÓN INDIVIDUAL	11 DE MAYO 2018	14	1	Identificar el contexto intra escolar y extraescolar de cada estudiante.
SECUENCIA DIDÁCTICA	AGOSTO 3-SEPT. 18 DE 2018	14	28	Mejorar el nivel de desempeño detectado en el pretest sobre relaciones ecológicas y resolución de problemas.

POSTEST	18 OCT. 2018	14	1	Evaluar en los estudiantes el aprendizaje alcanzado sobre relaciones ecológicas interespecíficas y resolución de problemas.
---------	-----------------	----	---	---

Fuente: *elaboración propia.*

3.1. Resultados del pretest.

Es muy importante que antes de abordar cualquier estrategia didáctica, el docente evalúe los saberes previos y los estilos de aprendizaje, para así poder dirigir el proceso de enseñanza aprendizaje hacia un punto en el cual los estudiantes se sientan cómodos y se autorregulen de acuerdo al nivel de conocimiento que poseen del tema y a su estilo de aprendizaje. Por lo tanto, es apropiado diseñar un cuestionario inicial o pretest muy bien elaborado que indague con preguntas muy precisas y de fácil comprensión por parte del estudiante, para que el docente identifique con claridad el punto de inicio para elaborar una secuencia didáctica.

Después de aplicado el pretest, los resultados encontrados sobre el nivel de aprendizaje en relaciones ecológicas y resolución de problemas se digitalizaron para su análisis, siguiendo los criterios de valoración preestablecidos con anterioridad en la segunda fase de este trabajo y que se pueden observar en la tabla 5.

Tabla 5. Niveles de valoración para el aprendizaje de relaciones ecológicas interespecíficas y resolución de problemas.

NIVEL	RANGO	DESCRIPCIÓN
ALTO	15-21	Demuestra conocer el concepto de relaciones ecológicas porque expresa el nombre de varias de ellas, las describe claramente o las relaciona con ejemplos claros.
		Comprende uno o varios problemas y sus causas, plantea algunas rutas de solución y propone el uso de una solución. Verifica la solución.
MEDIO	8-14	Demuestra conocer el concepto de relaciones ecológicas porque expresa el nombre de varias de ellas o las relaciona con ejemplos claros.
		Comprende medianamente un problema y sus causas y propone alguna solución, pero su verificación es muy pobre.
BAJO	0-7	No demuestra conocimientos claros sobre relaciones ecológicas.
		En la mayoría de los casos, no comprende los problemas al leer un enunciado y por lo tanto no diseña ni planifica una solución ni verifica la solución.

Fuente: *elaboración propia*

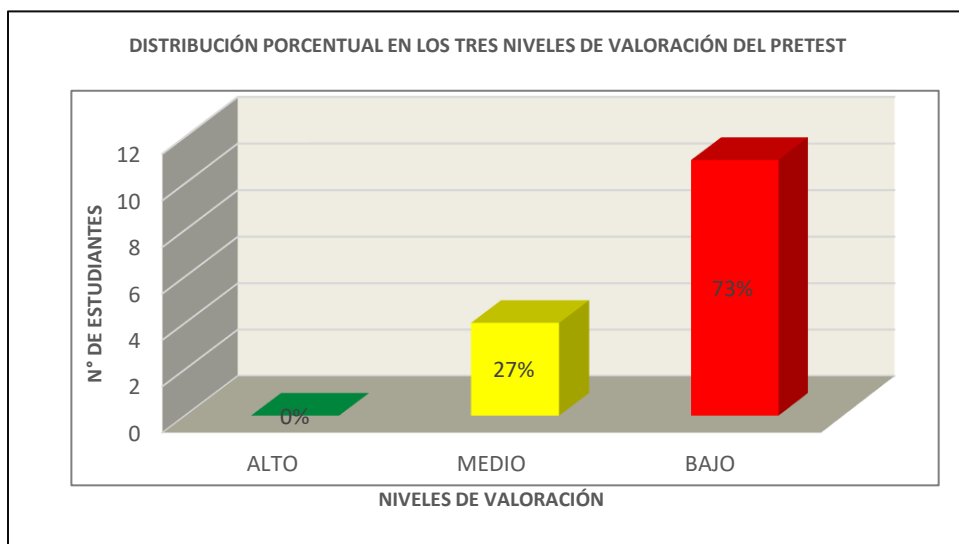


Figura 4. Niveles de valoración para el pretest en estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

Como resultado de la aplicación del pretest, se encontró que 11 estudiantes (73%), se ubicaron en el nivel bajo de valoración y 4 estudiantes (27%) se ubicaron en el nivel medio (figura 4). Ningún estudiante alcanzó el nivel alto de desempeño.

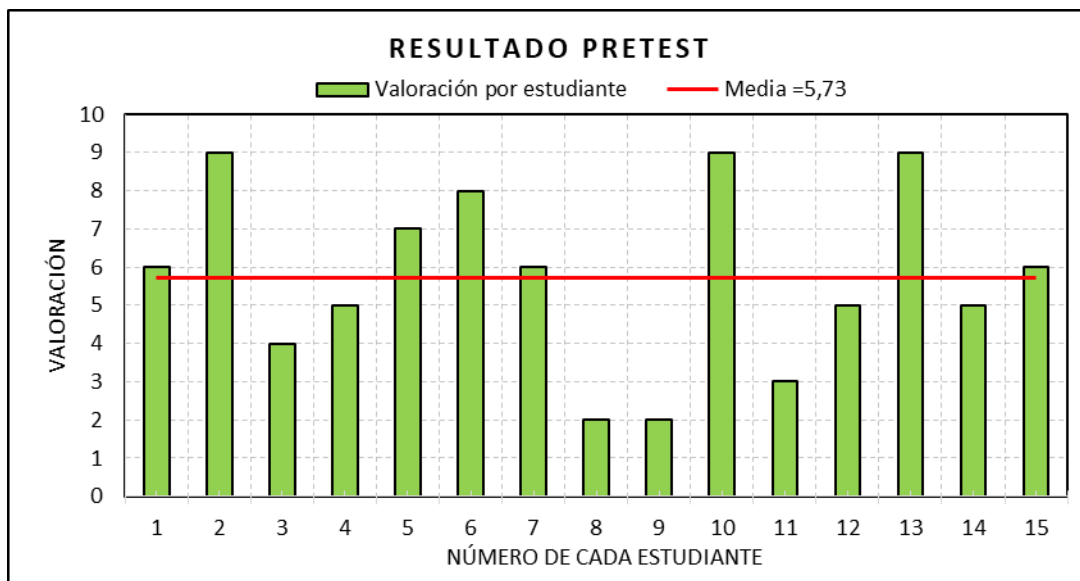


Figura 5. Dispersión respecto a la media de los niveles de valoración en el pretest de los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís.

Un análisis más detallado ilustrado en la figura 5, muestra que 8 estudiantes equivalentes al 53%, están por encima de la media y 7 estudiantes están por debajo de ella.

Si bien algunos estudiantes están por encima de la media (5,37), la desviación estándar (D.E.) que tuvo un valor de 2,37 (ver tabla 6), los sigue clasificando a todos en el nivel bajo de conocimiento en relaciones ecológicas y resolución de problemas.

Tabla 6. Medidas de tendencia central para los datos del pretest aplicado a estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA						
VARIABLE	n	Media	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación	Valor Mínimo	Valor Máximo
VALOR	15	5,73	2,37	41,42	2	9

Fuente: *Infostat*

Estos resultados son muy similares a los que han obtenido los estudiantes de la Institución Educativa San Francisco de Asís en las pruebas Saber para el área de Ciencias Naturales en los años recientes, pues generalmente más del 70% de los jóvenes se ubican en el nivel 2 que es definido por el ICFES, como aquellos individuos que solo reconocen información suministrada en una sola variable independiente y las asocia con nociones básicas de las teorías de la Ciencias Naturales y difícilmente puede resolver situaciones problema haciendo uso de conceptos, leyes y teorías de las Ciencias Naturales (ICFES, 2018).

3.1.1. Análisis de conglomerados del pretest.

El pretest, se diseñó con seis preguntas distribuidas así: las preguntas 1 y 2 valoraban el nivel de desempeño de los estudiantes en el conocimiento sobre relaciones ecológicas

interespecíficas. Las cuatro siguientes valoraban el desempeño de los estudiantes en resolución de problemas. El análisis de conglomerados (ver figura 6), muestra que hubo una fuerte tendencia a que se conformaran dos grupos diferenciados por cada componente del cuestionario. El primer grupo se formó por la homogeneidad en la muy baja puntuación obtenida en las dos primeras preguntas, que hacían referencia al conocimiento demostrado acerca de las relaciones ecológicas interespecíficas. Al analizar los cuestionarios individualmente, se encuentra que los estudiantes demostraron un nivel de desempeño muy bajo con respecto al tema y que en varios casos dejaban los espacios del cuestionario en blanco, manifestando así un conocimiento nulo del tema.

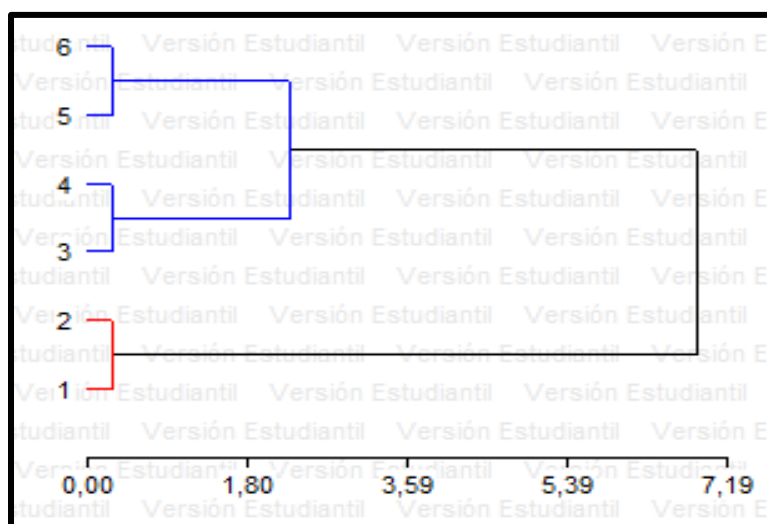


Figura 6. Análisis Clúster para el pretest aplicado a 15 estudiantes del grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira. Fuente: Infostat.

El segundo grupo se formó con los valores correspondientes a las preguntas 3, 4, 5 y 6 que evaluaban los conocimientos sobre resolución de problemas (figura 6). El análisis individual de cada cuestionario concluye que la mayoría de los estudiantes hacían un análisis aceptable del

problema, no planteaban una solución o estrategia de solución acertada y tampoco proponían un método de verificación.

El análisis estadístico es concluyente, ya que, al indagar en cada cuestionario, se pudo detectar que aquellos estudiantes ubicados en el nivel medio de valoración tenían una preconcepción sobre relaciones ecológicas basada en su experiencia y capacidad de observación y deducción a partir del texto y no en el conocimiento del tema. Para Carretero et al (1997), estos modelos conceptuales no se fundamentan en el conocimiento escolar, pero pueden ser útiles para favorecer el proceso de construcción del conocimiento del estudiante, mediante la transformación, organización y reorganización de estos conocimientos previos como lo plantea Piaget (1970).

Por las razones anteriormente expuestas, se optó por hacer la intervención en el aula con una secuencia didáctica (anexo 4), asumiendo que los estudiantes desconocían casi totalmente el concepto de interacciones biológicas en los ecosistemas y que no tienen habilidades procedimentales para resolver problemas en biología. La secuencia didáctica se fundamentó en el constructivismo de Piaget y el socio constructivismo planteado por Vigotsky. La secuenciación se fundamentó en el ciclo del aprendizaje propuesto por Karplus. Estos tres elementos conceptuales se analizarán más adelante.

3.2. Determinación de los estilos de aprendizaje.

Con el fin de facilitar el trabajo con el socioconstructivismo, se aplicó el test de medición del Cociente Mental Tríadico o también conocido como Revelador del Cociente Tricerebral (RCT) ideado, validado y estandarizado por el sociólogo Brasileño Waldemar de Gregori. Esta prueba permite conocer, en una escala de 9 a 45 puntos, el desarrollo en cualquier momento de la vida del cociente intelectual (cerebro izquierdo), el cociente emocional (cerebro derecho) y el cociente pragmático (cerebro central) (Arias, Quintero & Sandoval 2009). Con el resultado del RCT se

determinó el desarrollo cerebral en que se encontraban los estudiantes en esta etapa de su desarrollo cognoscitivo.

En la figura 7, se observa que en el 40% (6 estudiantes) predomina el cerebro derecho, en el 33% (5 estudiantes) predomina del cerebro izquierdo y en el restante 27% (4 estudiantes), predomina el cerebro central.

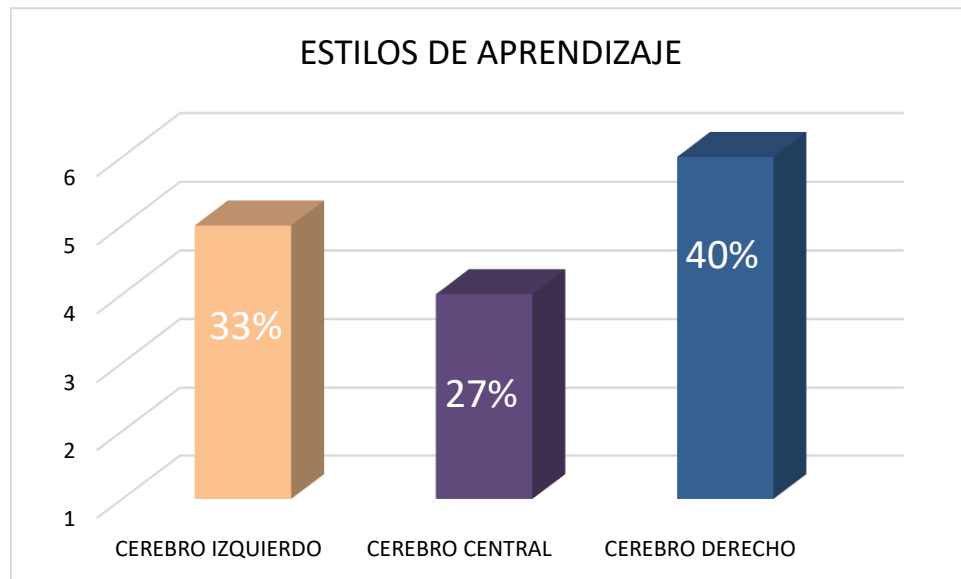


Figura 7. Estilos de aprendizaje de los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

Con la aplicación del Revelador del Cociente Tricerebral (RCT) de Waldemar de Gregori, se encontró que en el aula no predominaba un estilo de aprendizaje en particular, lo cual fue muy importante, ya que se conformaron equipos de trabajo en los que concurrieran los tres tipos de cerebro para potenciar los aprendizajes de los estudiantes.

3.3. Análisis sobre la aplicación de la secuencia didáctica.

En esta investigación, con los resultados del pretest se evidenció que los estudiantes de grado décimo identificaban con claridad un problema agrícola muy común de los cultivos de la

zona, como lo es la broca del café, pero desconocían parcialmente el concepto de relación ecológica y los tipos de interacciones que ocurren en los cultivos. Con este hallazgo se planeó la intervención en el aula con una secuencia didáctica, iniciando con el problema de la broca, ya que los estudiantes se sentían familiarizados con el cultivo de café y se les facilitó desarrollar las diferentes actividades didácticas propuestas por el docente, orientadas a resolver dicho problema y a identificar la relación ecológica que ocurre entre el insecto y la planta de café.

La secuencia didáctica se construyó, teniendo en cuenta el nivel de conocimiento en relaciones ecológicas interespecíficas entre especies en un ecosistema y la resolución de problemas, que se clasificó como bajo en el análisis anterior. Para propiciar un avance en el nivel de desempeño de los educandos, se recurrió a las teorías del socio constructivismo de Vigotsky, quien plantea que el docente debe identificar la “zona de desarrollo próximo” de sus estudiantes para garantizar el aprendizaje (Vennet & Correa 2017) y la teoría del aprendizaje activo de Piaget considera que el docente debe proveer en sus estudiantes los cuatro procesos responsables de la transición a niveles superiores de desarrollo intelectual, como son: experiencias físicas, la interacción social, el tiempo (cronológico y de maduración) y equilibración.

En esta investigación, se consideró el desarrollo actual (desde la teoría de Vigotsky), como el nivel de conocimiento que se encontró en el pretest. Por lo tanto, se esperaba que cada estudiante transitaría por su zona de desarrollo próximo hasta llegar a su nivel de desarrollo potencial, mediante la aplicación de una secuencia didáctica con una serie de actividades organizadas bajo la dirección y ayuda del docente como adulto mediador y bajo la interacción con sus pares o compañeros de clase. La evidencia de este proceso se evaluaría en el posttest, bajo el supuesto que cada uno de los estudiantes alcanzaría por lo menos un nivel de aprendizaje medio o alto sobre relaciones ecológicas interespecíficas y resolución de problemas.

A partir de estas concepciones se aplicó en el aula el trabajo en grupo llamado por Vigotsky “aprendizaje colaborativo” y por Piaget como “interacción social o co-operación” el cual consiste en facilitar el trabajo cooperativo para que mediante la interacción social, se “colaboren” y aporten de manera individual a un proyecto común que es la construcción del conocimiento. Con el resultado de la prueba R.C.T. (Revelador del Cociente Tricerebral), se conformaron 4 grupos tratando de mezclar los estilos de aprendizaje (ver figura 7), pues de Gregori citado por Arias et al (2009) plantea que en los grupos tricerebrales, siempre habrá uno que lidere, uno que contradiga y otro que trate de mediar entre los dos. Así que la participación de los tres cerebros en un grupo ayuda a mejorar los aprendizajes de manera sustancial. El proceso cognitivo de apropiación del conocimiento fue secuenciado mediante la puesta en práctica del ciclo del aprendizaje propuesto por Karplus, citado por Lawson (1988) y Piaget citado por Labinowicz (1982).

La primera sesión se planeó a partir del análisis de los pretest. En estos se detectó que la mayor parte de los estudiantes identificaron únicamente en el texto el problema de la broca, tal vez porque la mayoría tiene contacto con el cultivo de café en su contexto rural. Por tal razón, se tomó la broca como el problema principal a resolver teniendo en cuenta las relaciones ecológicas interespecíficas. Schoenfeld (1985), sostiene que una parte del éxito en el proceso de resolución de problemas está en saber identificar los recursos, es decir los conocimientos que posee el individuo sobre el tema que tratará la situación problema.

La segunda sesión se planeó para que los estudiantes tuvieran contacto directo con el problema, lo aprendieran a analizar y comprender. Todos descubrieron que la broca perforaba el grano de café y dañaban la calidad de la almendra (ver figura 8A). Se despertó tal interés por descubrir totalmente como era que este insecto actuaba, que hicieron varias disecciones hasta localizar al insecto, sus larvas y huevos (ver figura 8B). De acuerdo con Garret (1988), cuando el

niño se enfrenta a problemas reales que le generen entusiasmo, se logrará que los aprendizajes adquiridos a partir de esta situación encajen fácilmente en su red cognoscitiva. Piaget (1970) indica que, en la fase de exploración del ciclo del aprendizaje, los estudiantes deben explorar los materiales para que traten de organizarlos en sus estructuras mentales y sobre sus ideas previas para generar desequilibrio.

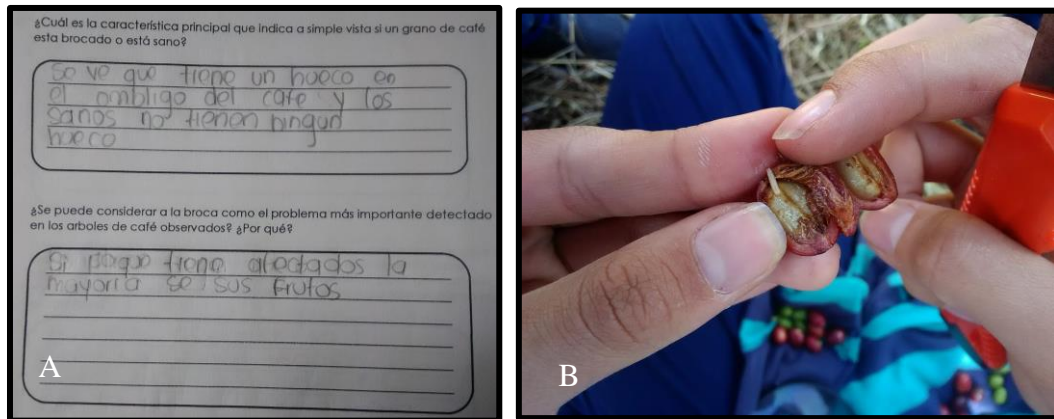


Figura 8. Análisis y comprensión de un problema real en la granja de la institución educativa San Francisco de Asís. Fotografía: Jorge Enrique Barrera.

En la tercera sesión se dio inicio al tema de relaciones ecológicas interespecíficas, mediante la proyección de dos videos que mostraban escenas del mundo natural en las que ocurrían situaciones típicas de la dinámica de un ecosistema, a partir del cual se debían extraer los ejemplos de relaciones ecológicas interespecíficas y construir en grupo el concepto (figura 9). Karplus plantea que, al inicio del ciclo del aprendizaje, se debe introducir el conocimiento declarativo (unidades primarias de la instrucción) mediante la inclusión de vocablos y conceptos nuevos en la red cognoscitiva de los educandos (Lawson, 1988).



Figura 9. Proyección de videos sobre relaciones ecológicas en el aula de clase en la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira. Fotografía: Jorge Enrique Barrera



Figura 10. Reconocimiento de relaciones ecológicas interespecíficas en la granja escolar agroecológica de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

Fotografía: Jorge Enrique Barrera

En la cuarta y quinta sesión, se hizo trabajo de campo en el que debían afianzar sus conocimientos en relaciones ecológicas, mediante una exposición. Luego se desplazaron a la huerta escolar para descubrir las relaciones ecológicas, a partir de los conocimientos declarativos introducidos en las sesiones previas. En esta fase, se pretendía que los estudiantes incorporaran en sus estructuras mentales los conceptos teóricos. Para Karplus, este tipo de conceptos son difíciles de entender, pero son el pilar para la adquisición del conocimiento declarativo. Tuvieron mucha dificultad para identificar relaciones ecológicas en el contexto de la huerta, por lo que fue necesaria la mediación del docente y la interacción de todo el conjunto de estudiantes para reconstruir el concepto y alcanzar lo que Piaget llama la “equilibración”. Así que se hizo una discusión grupal para lograr identificar cada relación ecológica interespecífica en las observaciones hechas en los cultivos. Para Vigotsky citado por Venet y Correa (2014), el docente debe ir promoviendo en forma continua la zona de desarrollo próximo y crear lo que Bruner llama “andamiaje”, por el que se desplazan los alumnos y sin el que no podrían alcanzar niveles superiores de conocimiento.

Piaget llama equilibración al proceso mental que ocurre desde un estado mental de equilibrio, a un estado mental de desequilibrio o conflicto y su posterior recuperación del equilibrio, mediante un proceso constructivo del conocimiento que adelantan al niño a niveles superiores de entendimiento (Piaget, Inhelder, García, Voneche & Revuelta, 1981; Labinowicz, 1982). Con la interacción grupal, se identificaron relaciones ecológicas como: herbivoría, comensalismo, mutualismo y parasitismo.

Finalmente, se hizo una heteroevaluación en la que cada grupo debía exhibir en un poster los hallazgos encontrados en la huerta escolar y relacionarlos con las bases conceptuales construidas en sesiones anteriores, acerca de las relaciones ecológicas encontradas en los cultivos.

Cada grupo hacía preguntas y los expositores debían responderlas (figura 11). En esta fase, se incluyó el conocimiento procedimental al que se refiere Karplus que es la segunda fase del ciclo del aprendizaje o fase de invención y según el cual, los estudiantes usan los conceptos para describir fenómenos o procesos (Lawson, 1998).

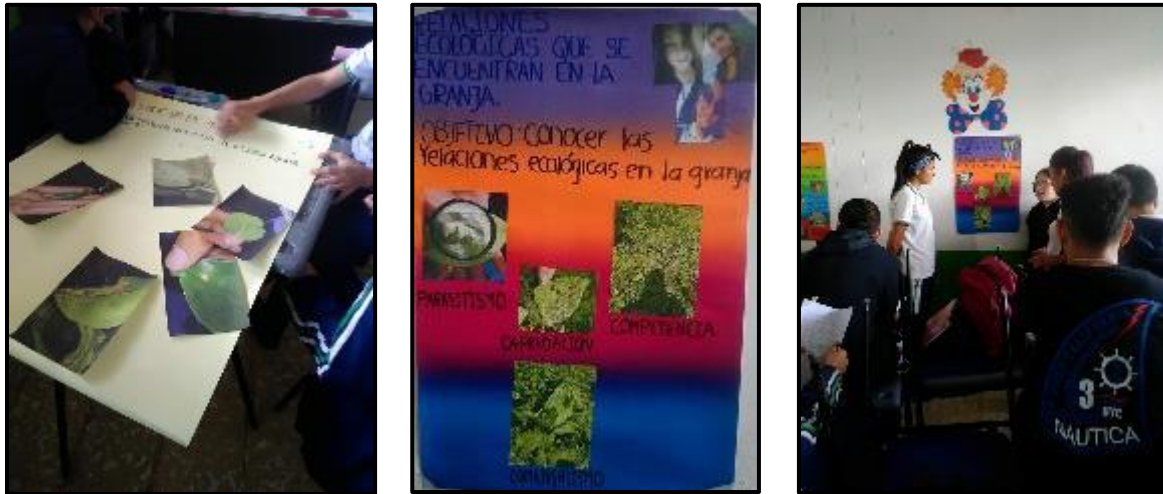


Figura 11. Preparación y exposición de posters sobre las relaciones ecológicas interespecíficas encontradas en la granja agroecológica de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira. Fotografías: Jorge Enrique Barrera

Las sesiones 6 y 7, tenían la intención de lograr que los estudiantes usaran el conocimiento declarativo adquirido en las sesiones previas para la solución de problemas auténticos de la agroecología, pero sin la intervención del docente. Se retomaron los conceptos adquiridos en la sesión 2, sobre análisis y comprensión del problema de broca en cafetales para que idearan varias rutas de solución y aplicaran una de ellas con su respectiva verificación. Cada grupo Tricerebral, consultó varias fuentes disponibles en el aula de clase como: cartillas sobre control y manejo de broca, computador portátil y/o celular con acceso a internet y el conocimiento que tenían algunos

de sus pares derivado de su experiencia en las fincas cafeteras donde residían. Finalmente se obtuvieron varias rutas de solución que relacionaron con una o varias de las interacciones biológicas trabajadas en el aula.



Figura 12. Exhibición de las soluciones propuestas por los estudiantes de grado décimo al problema de broca en los cafetales de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

Fotografías: Jorge Enrique Barrera

Las soluciones más destacadas fueron el hongo *Beauveria bassiana* (parasitismo), la avispa parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* y las trampas físicas para atrapar adultos. Para Vigotsky citado por Venet y Correa (2014), en las etapas finales del constructivismo, el papel del docente se desdibuja y son los educandos quienes eligen los contenidos y diseñan en gran medida la manera de solucionar la tarea grupal. Piaget citado por Labinowicz (1982) y Karplus citado por Lawson

(1988), consideran esta como la fase final y de aplicación en el ciclo del aprendizaje, en la cual los estudiantes adquieren experiencia con conceptos semejantes y los aplican en contextos diferentes. En esta fase los niños alcanzan el equilibrio o equilibración. En la figura 12 dos estudiantes exhiben en el día institucional de la ciencia y la tecnología la solución ideada con su equipo de trabajo para el problema de la broca.

En la figura 12A, la estudiante exhibe un macerado de Ají, Ajo, Cebolla y Tabaco que se usaría como insecticida orgánico y en la figura 12B, se exhibe una trampa para atrapar los adultos del escarabajo. Después de hacer esta intervención en el aula, teniendo como referentes a Piaget, Vigotsky y Karplus, se esperó un tiempo aproximado de treinta días para la aplicación del postest (figura 13).



Figura 13. Aplicación del postest, sobre relaciones ecológicas interespecíficas y resolución de problemas a estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira. Fotografía: Jorge Enrique Barrera

Los resultados encontrados, se exponen y analizan en los párrafos que siguen a continuación:

3.3. Análisis cuantitativo del postest.

En la figura 14, se muestra la distribución porcentual de estudiantes para cada nivel de desempeño en el postest.

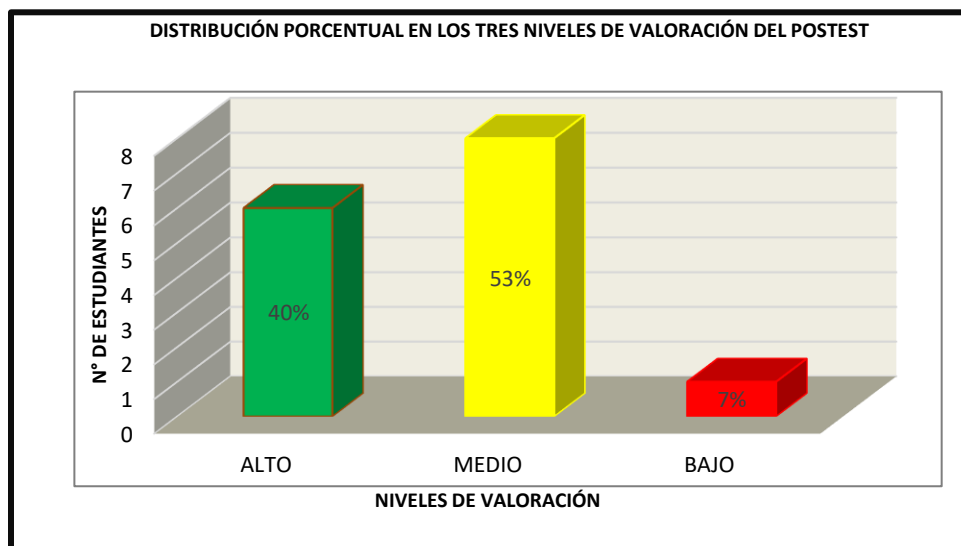


Figura 14. Distribución porcentual de los niveles de valoración para el postest en estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

Se observa que el nivel de desempeño bajo disminuyó drásticamente, pasando de 73% en el pretest a 7% en el postest, indicando este valor que después de la aplicación de la secuencia didáctica 10 estudiantes que representaron el 66% mejoraron su nivel de desempeño, ya sea al nivel medio o al nivel alto. El porcentaje para el valor medio de desempeño aumentó en 26%, pues se pasó de 27% en el pretest a 53% en el postest. El avance más significativo ocurrió en el nivel alto, ya que en el pretest no hubo estudiantes con este desempeño, mientras que en el postest 6 estudiantes que representan el 40%, lograron llegar hasta este nivel de desempeño. Es decir,

pasaron del nivel bajo al nivel alto. En la tabla 7, se detallan los resultados de algunas medidas estadísticas de tendencia central para los datos recolectados en el postest. El valor para la media tuvo un valor muy cercano a la valoración más alta para el nivel medio de los rangos establecidos para este estudio (ver tabla 5) y duplicó la media del pretest (tabla 6).

Tabla 7. Medidas de tendencia central para los datos del postest aplicado a estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA						
VARIABLE	n	Media	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación	Valor Mínimo	Valor Máximo
VALOR	15	13,07	3,45	26,43	7	19

Fuente: Infostat

Si bien la desviación estándar (D.E.) de los datos del pretest (tabla 6) fue menor comparada con la misma variable para el postest, el coeficiente de variación (C.V.) muestra que los datos variaron respecto a la media en una proporción mayor en el pretest que en el postest, indicando una mayor concentración de los resultados hacia el nivel medio de valoración. Esta concentración de los resultados en el nivel medio se debió a un desempeño aceptable en el componente resolución de problemas, ya que la mayoría analizaban e interpretaban el problema, diseñaban medianamente una estrategia de solución, pero eran muy confusos en la verificación. Solo aquellos estudiantes que alcanzaron el nivel alto comprendían e interpretaban el problema, planteaban una o varias rutas de solución y verificaban con alguna claridad la solución (ver tabla 8).

En la figura 15 se muestran los resultados obtenidos por cada estudiante del grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís en el postest y su distribución respecto a la media.

Si se compara el puntaje alcanzado por cada estudiante con relación a la media de todo el grupo (13,07), se encuentra que más de la mitad, es decir, 9 estudiantes que representan el 60% tuvieron puntajes iguales o superiores al promedio grupal. Por debajo de la media se ubicaron 6 estudiantes que corresponden al 40%. De este grupo solo 1 estudiante (numero 14) alcanzó apenas un puntaje de 7 que corresponde al nivel bajo de desempeño (tabla 8) y los 5 restantes se ubicaron en el nivel medio de desempeño.

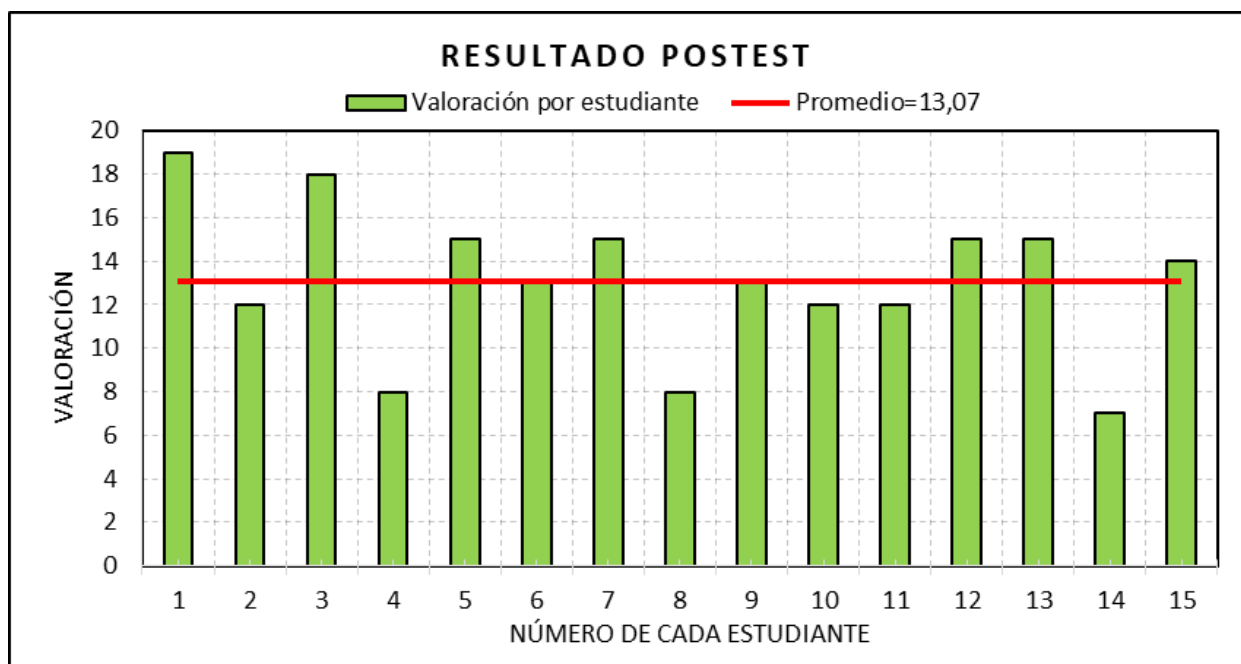


Figura 15. Dispersión respecto a la media de los niveles de valoración en el pretest de los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

Fuente: Autor

Tabla 8. Resumen de la distribución porcentual después del postest para los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

NIVEL	RANGO	ESTUDIANTES	PORCENTAJE	DESCRIPCIÓN
ALTO	15-21	6	40%	Demuestra conocer el concepto de relaciones ecológicas porque expresa el nombre de varias de ellas, las describe claramente y las relaciona con ejemplos claros.
				Comprende uno o varios problemas y sus causas, plantea algunas rutas de solución y propone el uso de una solución. Verifica la solución.
MEDIO	8-14	8	53%	Demuestra conocer el concepto de relaciones ecológicas porque expresa el nombre de varias de ellas o las relaciona con ejemplos claros.
				Comprende medianamente un problema y sus causas y propone alguna solución, pero su verificación es muy pobre.
BAJO	0-7	1	7%	No demuestra conocimientos claros sobre relaciones ecológicas.
				En la mayoría de los casos, no comprende los problemas al leer un enunciado y por lo tanto no diseña ni planifica una solución ni verifica la solución.

Fuente: Autor

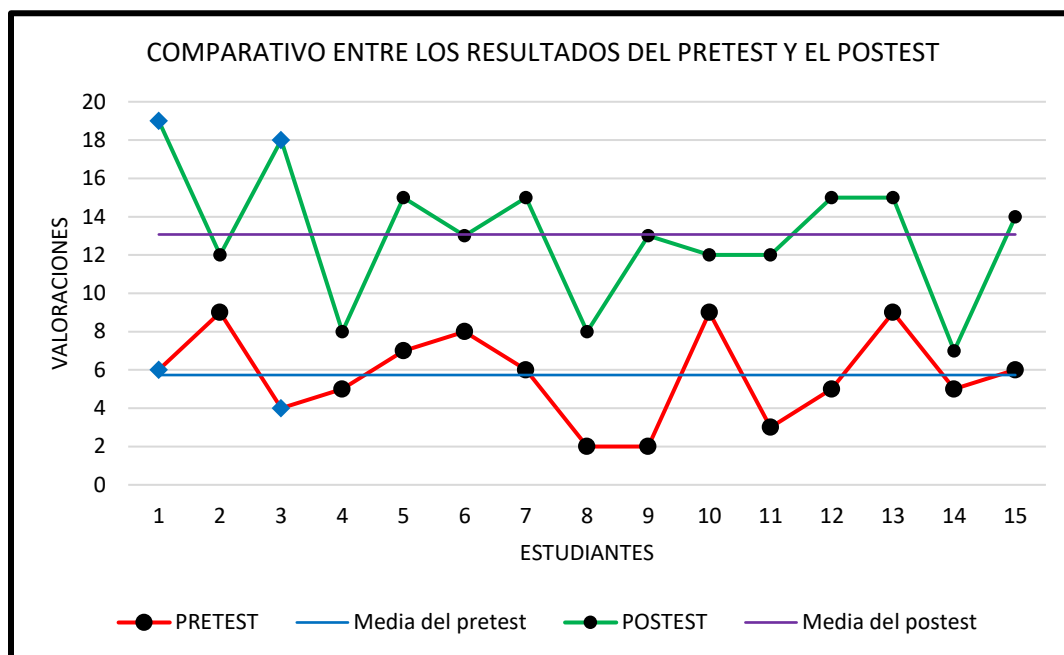


Figura 16. Comparativo individual entre las valoraciones totales del pretest y del posttest para 15 estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

En la figura 16, se hace un comparativo entre el nivel de desempeño en que se encontraba cada estudiante después de resolver el cuestionario inicial (pretest) y los avances que demostró en su aprendizaje luego de la resolución del cuestionario final (posttest).

Los estudiantes 1, 3, 5, 7 y 12 evidencian avances muy significativos en su aprendizaje debido a que lograron superar el nivel bajo de desempeño en que se encontraban para posicionarse en el nivel alto.

En este grupo se destacan los estudiantes 1 y 3, quienes en el pretest obtuvieron un puntaje de 6 y 4 puntos respectivamente, demostrando un conocimiento muy bajo en los dos componentes evaluados: relaciones ecológicas interespecificas y resolución de problemas.

Si se hace una comparación entre los resultados del pretest y la dominancia cerebral, en la figura 17 se observa que, de 6 estudiantes con puntajes altos, 4 de ellos correspondientes al 66%

tienen dominancia cerebral izquierda, 1 tiene dominancia cerebral derecha y 1 dominancia cerebral central. Según de Gregory (2002), citado por Arias, Quintero y Sandoval (2009) el hemisferio izquierdo controla acciones como la lógica, el lenguaje y el análisis. Se trata de personas que aprenden conocimientos estructurados y sistematizados lógicamente, son seres memorísticos, teóricos e investigadores. En conclusión, la mayoría de los puntajes altos en el postest fueron alcanzados por estudiantes con dominancia cerebral izquierda, debido a que se les facilitaba memorizar los conceptos, analizarlos y aplicarlos en el desarrollo de una secuencia lógica planteada en el proceso de resolución de problemas. Dos estudiantes no superaron el nivel bajo de desempeño, debido a que en el test RCT, tuvieron una desproporción cerebral que afectó su aprendizaje y desempeño académico.

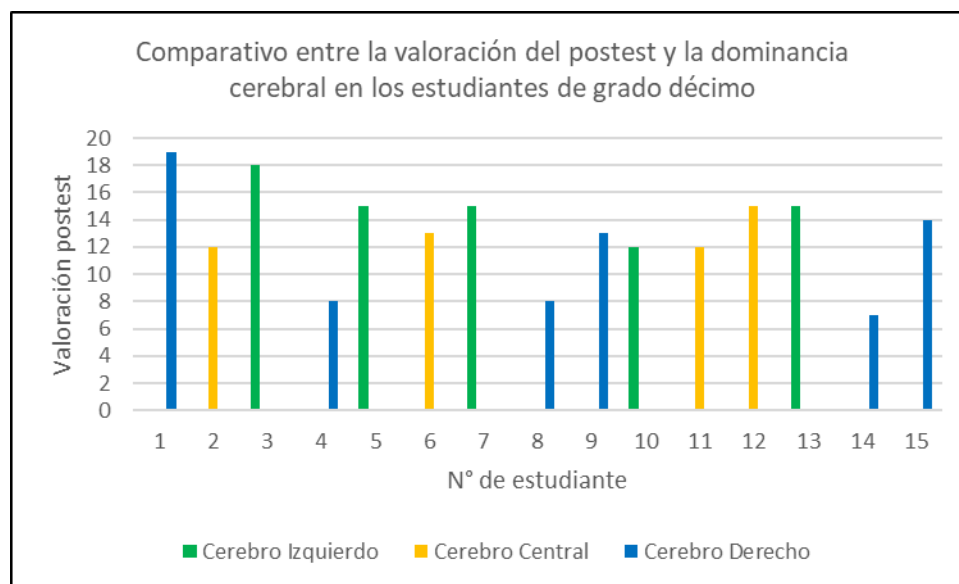


Figura 17. Comparativo individual entre las valoraciones totales del postest y la dominancia cerebral para 15 estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

Para Pérez, Rodríguez y Sánchez (2015), el trabajo científico siempre se ha ligado al hemisferio izquierdo del cerebro en el cual suceden los procesos lógicos, el análisis, la crítica y la

reflexión, manifestándose cuando las personas son capaces de analizar fenómenos del entorno, usando el lenguaje gráfico, escrito y verbal, apropiándose así de criterios propios y aplicándolos en otros contextos y situaciones, a partir de una base de conocimientos previos. En este trabajo de investigación se encontró una relación directa entre el nivel de desempeño alto y la dominancia cerebral izquierda en los estudiantes con mejores resultados. Esta relación fue ocasionada al parecer por el mismo diseño de la secuencia didáctica, que se elaboró de una manera secuencial mediante la estructuración de sus contenidos de forma lógica para conducir permanentemente a los estudiantes hacia al análisis y la investigación de tal forma que aplicaran los conocimientos adquiridos, en contextos diferentes. Además, el postest exigía respuestas abiertas con contenido teórico y memorístico.

Es evidente que los estudiantes del grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís, con dominancia del hemisferio izquierdo del cerebro, tuvieron la capacidad de apropiarse del concepto de relación ecológica, para usarlo en un contexto diferente como lo fue la resolución de un problema clásico del cultivo de café como la broca. Además, tuvieron mayor capacidad para aplicar su conocimiento en la elaboración de una secuencia lógica para resolver problemas, como lo exige la metodología de Schoenfeld y Polya. La estudiante 1, tuvo dominio cerebral derecho, pero su parte subdominante era el cerebro izquierdo, lo cual, según Sánchez *et al* (2015) hace que sea una persona con capacidad de observar elementos y situaciones del entorno inmediato para reconocerlos a partir de conocimientos previos e instrucciones recibidas.

Respecto a los estudiantes con desempeño bajo, en la tabla 9 se observa que el estudiante 8 obtuvo 2 puntos en el pretest y 8 puntos en el postest y la estudiante 14 obtuvo 5 puntos en el pretest y 7 en el postest. Estos resultados, evidencian un bajo nivel de desempeño tanto en el pretest como en el postest. Al analizar el test RCT, se pudo comprobar que ambos estudiantes tuvieron lo

que de Gregori llama “desproporción cerebral por exceso de diferenciación”. Este diagnóstico se presenta cuando al hacer la sumatoria en los puntajes de la prueba para cada uno de los hemisferios cerebrales, ocurre que la diferencia entre dos de ellos o los tres es superior a 7 puntos (ver tabla 9).

Tabla 9. Resultados del TCR para dos estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

N° estudiante	Cerebro izquierdo	Cerebro derecho	Cerebro central
8	32 puntos	41 puntos	28 puntos
14	37 puntos	39 puntos	31 puntos

Fuente: Autor

Cuando esta desproporción ocurre, la capacidad de aprendizaje tiende a reducirse debido a que uno de los tres cerebros tiende a comandar de manera exclusiva el proceso cerebral, limitando la función de los otros dos hemisferios y afectando negativamente el rendimiento académico. (De Gregori, 2002; citado por Arias *et al*, 2009).

Haciendo un análisis individual de los estudiantes con desempeño alto, en la figura 18, se ilustran las respuestas consignadas por la estudiante 1 en el cuestionario inicial, con respecto a las relaciones ecológicas interespecíficas.

1.1. En el siguiente cuadro escriba el nombre de las relaciones ecológicas que identificó en el texto y describa brevemente un ejemplo para cada una.

RELACIÓN ECOLÓGICA	EJEMPLO
Relación de las plantas y los insectos.	Polinización
Relación y daño de café.	Plagas

1.2. ¿Qué otro tipo de relaciones ecológicas conoce, además de las mencionadas en el texto?

No se sabe sobre el tema.

Figura 18. Respuestas de la estudiante 1 para las preguntas sobre relaciones ecológicas planteadas en el pretest.

Como se puede ver, escribe dos ejemplos extraídos del texto, pero no demuestra tener los conceptos claros, lo que hace suponer que se basó en sus modelos mentales y las concepciones previas que consideraba explicaban el concepto. En la pregunta 1.2., manifiesta no saber del tema.

Después de aplicada la secuencia didáctica y el postest, sus respuestas variaron enormemente como se puede observar en la figura 19, demostrando un avance sustancial en su aprendizaje y claridad conceptual. Además, relaciona muy bien sus conocimientos previos con otras situaciones o contextos como lo es el de la agroecología, ya que identifica varias interacciones que ocurren en los agroecosistemas como son el parasitismo cuando se refiere a la avispa *Encarsia Formosa* que es el enemigo natural y controlador biológico de muchos insectos asociados a

cultivos como la mosca blanca y el chinche de encaje. Altieri y Nicholls (2012), citan como uno de los principios agroecológicos para el diseño de sistemas agrícolas biodiversos propiciar las interacciones biológicas como el control biológico y la alelopatía entre otros.

RELACIÓN ECOLÓGICA	EJEMPLO
Mutualismo.	Floras de las plantas y los insectos que las visitan en busca de polen y néctar.
Endoparasitismo.	cuando la avispa deposita los huevos en el interior del cuerpo de otro insecto.
Depredación.	cuando las larvas de las avispas que deposita la avispa se alimentan del insecto causando la muerte.
Endoparasitismo.	cuando la broca entra al grano de café y deposita los huevos.
1.2. ¿Qué otro tipo de relaciones ecológicas conoce, además de las mencionadas en el texto?	
la relación entre la avispa Encarsia y la mosca blanca, es endoparasitismo porque la avispa deposita sus huevos dentro de la mosca blanca.	
la relación entre el pepino y los avicenas, es mutualismo.	
la relación entre el chinche de encaje el pital, es parasitismo.	
la relación entre la mosca blanca y el tomate, es parasitismo.	

Figura 19. Respuestas de la estudiante 1 para las preguntas sobre relaciones ecológicas planteadas en el pretest.

A partir de estas respuestas se evidencia que la estudiante construyó una base conceptual muy buena respecto al tema y logró construir conocimiento mediante la interacción con sus pares y la mediación del docente hasta llegar a su zona de desarrollo próximo planteada por Vigotsky. Se podría considerar que llegó a la fase final del ciclo del aprendizaje, ya que supo aplicar los

conceptos adquiridos previamente a situaciones nuevas (Karplus et al 1977, citado por Lawson 1994; Piaget 1970).

Piaget, citado por Labinowicz (1982) resalta que, a partir de las experiencias, los niños deben realizar predicciones, es decir, deben ser capaces de relacionar de forma coherente los conceptos nuevos adquiridos con situaciones similares, pero en contextos diferentes.

Con respecto al componente resolución de problemas, la figura 20 revela que en el pretest si bien analiza y comprende en alguna medida el problema manifiesta no saber cómo solucionarlo y verificar la solución.

Mas adelante, con las respuestas del postest se evidencia que analiza y comprende el problema, explora algunas rutas de solución, selecciona una por su afinidad con la agricultura sostenible y finalmente plantea una verificación viable y posible de aplicar en un caso real (ver figura 21). El manejo que hizo la estudiante 1 con respecto al problema de broca, demuestra que si los estudiantes se enfrentan a problemas auténticos y de su contexto de vida cotidiana como lo plantea Garret (1988) y si además, tienen una base cognoscitiva suficiente (los recursos a que hace referencia Schoenfeld) lograrán la construcción de nuevas relaciones, esquemas y modelos mentales que concluyan en nuevas explicaciones que constituyen la solución al problema (García 2003) y a la adquisición de nuevos conocimientos.

Gaulin (2001) lo describe como la capacidad del estudiante para decidir en qué momento abandonar una ruta de solución, si detecta que no es la adecuada y retomar otra.

1.3. ¿Según lo que usted comprendió del texto, cual o cuales problemas identificó?

El problema de la boca en el grano de el café, que la boca lo maneja con insecticidas químicos los cuales generan impactos a la salud, económicos, ambientales.

1.4. ¿Cuáles cree que son las causas para el problema o los problemas que identificó?

Que hay que acabar con la boca y por eso utilizan químicos. Porque si no lo controla acaba con el cult. =

1.5. ¿Qué solución o soluciones plantearía para el problema o los problemas que identificó?

No sé

1.6. ¿Cómo verificaría que la solución o soluciones que planteó es correcta?

No sé

Figura 20. Respuestas de la estudiante 1 a las preguntas sobre resolución de problemas planteadas en el pretest.

El análisis cuantitativo evidenció que la intervención en el aula con la aplicación de una secuencia didáctica bajo el enfoque de resolución de problemas tuvo una incidencia positiva en los estudiantes de grado décimo de la institución educativa San Francisco de Asís, en la construcción del conocimiento a partir del trabajo en equipo y siguiendo los lineamientos de las fases ciclo del aprendizaje. La mayor parte del grupo logro alcanzar su zona de desarrollo próximo y superar las dificultades conceptuales sobre relaciones ecológicas interespecificas que mostraron al inicio de la investigación.

Una proporción significativa del grupo logro trascender a un nivel alto de desempeño, logrando hacer relaciones entre los conceptos propios de las Ciencias Naturales para resolver problemas ambientales de su contexto, basándose en los principios ecológicos de la agroecología.

1.3. ¿Según lo que usted comprendió del texto, cual o cuales problemas identificó?

El problema de la broca con el café.

Uso de insecticidas químicos.

1.4. ¿Cuáles cree que son las causas para el problema o los problemas que identificó?

La causa de el uso de insecticidas químicos es por la necesidad de controlar las plagas que hay en los cultivos.

La causa de la broca en el café es porque la broca necesita alimentarse y reproducirse, y por eso busca los granos de café.

1.5. ¿Qué solución o soluciones plantearía para el problema o los problemas que identificó?

Para el problema del uso de insecticidas plantearía como una solución usar los controlados biológicos ya que estos no causan daño a la salud humana, no dañan los ecosistemas y los seres vivos.

Para el problema de la broca la solución que yo plantearía sería el uso de un controlado biológico, en este caso utilizaría la Beauveria Bassiana que es un hongo que ataca a la broca por medio de sus esporas, se considera el método controlado para la broca y por eso lo tomaría como una solución, no utilizaría químicos porque son malos para el ser humano, los seres vivos y el medio ambiente.

1.6. ¿Cómo verificaría que la solución o soluciones que planteó es o son correctas?

Para la solución de la broca en el café, lo verificaría usando las Matemáticas, primero haría una recolección de granos de café de diferentes partes del cafetal y miraría cuántos tienen broca, luego de haber introducido el controlado esperaré 1 mes y volveré a hacer la recolección de granos y si baja considerablemente la broca la solución que le di al problema sería efectiva.

Figura 21. Respuestas de la estudiante 1 a las preguntas sobre resolución de problemas planteadas en el postest.

Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones.

El enfoque de resolución de problemas es una metodología que aporta enormemente a la construcción del conocimiento. En el campo de las Ciencias Naturales y en particular la biología se pueden obtener excelentes resultados cuando se guía a los estudiantes en la resolución de situaciones de tipo cualitativo, ya que se ven en la necesidad de recurrir al uso de los saberes que han adquirido en su proceso de formación en Ciencias, ocasionando la reacomodación de las estructuras cognoscitivas en su zona de desarrollo próximo. Para que el enfoque de resolución de problemas tenga éxito, se debe enfrentar a los estudiantes a problemas reales y propios de su entorno, para que puedan entrar en contacto directo con las variables que definen el problema.

La aplicación del test de estilos de aprendizaje o Revelador del Cociente Tricerebral (RCT) en los estudiantes, es un gran apoyo para el proceso educativo porque permite detectar el estilo de aprendizaje de cada estudiante, ayudando a potenciar todas las habilidades y competencias de los educandos en el aula por medio de actividades pedagógicas acordes con el estilo de aprendizaje del grupo y de cada estudiante en particular.

La aplicación de una secuencia didáctica bajo el enfoque de resolución de problemas tuvo un impacto muy positivo en la apropiación del concepto de relaciones ecológicas interespecíficas cuando se trabajó el tema en la granja agroecológica de la institución, ya que los estudiantes a pesar de desconocer el concepto, no les fue tan difícil asimilarlo debido a que tenían un contacto permanente con la naturaleza por hacer parte de un colegio rural y además porque en su formación técnica agropecuaria a menudo se enfrentaban a problemas ocasionados por las relaciones

ecológicas que se establecían entre las plantas cultivadas y los seres vivos asociados a ellas. Por lo tanto, el diseño de una secuencia didáctica bajo el enfoque de resolución de problemas y teniendo como eje articulador la agroecología, fue una estrategia didáctica muy apropiada que permitió a una buena parte de los estudiantes apropiarse del concepto de relaciones ecológicas de una manera eficaz.

Las secuencias didácticas como estrategia de enseñanza se pueden emplear en todos los campos del saber y en todos los ciclos de enseñanza escolar desde el nivel básico hasta la educación media y aún en la formación superior universitaria, ya que facilitan el desarrollo del proceso educativo en el aula promoviendo la autonomía, el trabajo en equipo, el intercambio de saberes y la responsabilidad tanto individual como grupal. Es importante que la secuencia didáctica tenga como eje articulador un enfoque que lleve a los estudiantes a construir su conocimiento en el contexto particular donde se encuentren.

Cuando se aprovechan los espacios naturales como ambientes de aprendizaje en el campo de la biología, se despierta la curiosidad en los niños, la cual es un factor muy importante en el constructivismo debido a que ayuda a la adquisición de las experiencias suficientes que les permitan construir su conocimiento. Las instituciones educativas con granjas y huertas escolares agroecológicas poseen el mejor laboratorio de aprendizaje en el área de Ciencias Naturales, especialmente en el campo de la biología, por la gran biodiversidad que se esconde en el interior de cada espacio. Desafortunadamente estos ambientes de aprendizaje son subutilizados por los docentes, perdiéndose una gran oportunidad de enseñar competencias científicas a partir de la interacción del niño con su medio natural.

En esta investigación, la implementación del socioconstructivismo a partir del trabajo en equipo ayudó a que cada estudiante pudiera construir hábitos sociales importantes para su vida cotidiana, como el respeto por la opinión de los otros, la aceptación y el cumplimiento de responsabilidades personales, el buen uso del lenguaje científico y académico en el aula y en casa, el respeto por los momentos adecuados para participar en una discusión o en el aula de clase, el enriquecimiento personal y grupal en competencias comunicativas y científicas, el intercambio de puntos de vista, etc.

Para los objetivos de esta investigación, fue muy enriquecedor usar los espacios naturales de la granja institucional como ambiente para ayudar en el aprendizaje de las Ciencias Naturales de manera transversal con la agroecología, haciendo posible conjugar en un solo escenario educativo la amplia gama de saberes científicos y culturales que involucran las Ciencias Ambientales.

4.2. Recomendaciones.

En las instituciones educativas rurales se deberían destinar espacios para el diseño de proyectos agroecológicos que sirvan como ambientes en los que se conjugue el dialogo de saberes entre las personas expertas en agroecología y los estudiantes y de esta forma se fomente el sentido de pertenencia por la cultura campesina en las zonas rurales.

La agroecología se debe considerar como la alternativa más viable de adaptación al cambio climático debido a las bondades ecológicas, educativas y sociales que se derivan de su práctica, tales como el respeto por la biodiversidad y las interacciones bióticas que en los agroecosistemas ocurren, la generación de conciencia, sentido de pertenencia y respeto por los saberes tradicionales

campesinos que están amenazados con perderse, el acceso a alimentos sanos y económicos para las comunidades rurales, incluyendo los estudiantes de escuelas rurales.

Se recomienda usar el proyecto agroecológico como aula ampliada al aire libre que facilite el aprendizaje transversal en todas las áreas del conocimiento, mediante la interacción con el medio ambiente natural, para que los niños descubran ese gran tesoro que es la biodiversidad que posee nuestro país y su entorno rural. De esta forma se generaría conciencia de respeto por el ecosistema y todos los elementos que lo componen.

Se recomienda aplicar la metodología de resolución de problemas, en la enseñanza de la Ciencias Naturales, pues en esta investigación se comprobó que, si se enfoca apropiadamente partiendo del ciclo del aprendizaje, promueve el desequilibrio y el equilibrio cognitivo en los estudiantes, ayudándolos en la construcción de su conocimiento de manera autónoma.

Para los docentes sería interesante que se atrevieran a cambiar sus estrategias de enseñanza y diversifiquen las técnicas didácticas para que sea más enriquecedor y ameno el proceso tanto para el educador como para el educando. Una estrategia muy interesante es el de las secuencias didácticas articuladas con las diferentes fases del ciclo del aprendizaje y la resolución de problemas.

La teoría del socioconstructivismo de Vigotsky, es una herramienta pedagógica que va de la mano con uno los principios de la agroecología como lo es el dialogo de saberes, por lo tanto,

se debería aplicar en futuras investigaciones en las escuelas rurales, para que no se pierda todo ese acervo cultural agroecológico que aún permanece en muchos sectores rurales del país.

5. Referencias

- Aldana, H. M. (2001). Vida, recursos naturales y ecología. (2°ed.). Bogotá, D.C., Colombia. Terranova editores, Ltda. 328 p.
- Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. (2004). *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. (2° ed.). Nueva York , EE.UU. Food products press. 236 p.
- Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. (2012). Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología* 7 (2), 65-83. Recuperado de: <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/36556/1/182861-664801-1-SM.pdf>
- Arias, A., Quintero, E. & Sandoval, J. (2009). *Relación entre la proporcionalidad cerebral triádica y el rendimiento académico de los estudiantes*. Tesis de maestría, Universidad de Manizales. Manizales, Caldas, Colombia. 93 p.
- Barrantes, H. (2006). Resolución de problemas: El Trabajo de Allan Schoenfeld. *Revista cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 1 (1), 1-9.
- Briones, G. (2002). *Metodología de la investigación cuantitativa en las Ciencias Sociales*. ARFO editores e impresores. Bogotá, Colombia. 219 p.
- Carretero, M., Baille, M., Limón, M., López, A. & Rodríguez, M. (1997). *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. (2° Ed.), Buenos Aires, Argentina. Aique grupo editor, S.A.
- Castañeda, R. & Tabares A. (2015). *Secuencia didáctica de enfoque interactivo para comprender textos narrativos en tercero primaria*. Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. 156 p.
- Franco Y. & Trejos A. (2017). *Aprendizaje en profundidad de la biología celular (ciclo celular) basado en un proceso de evaluación formativa*. Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. 130 p.

- Franco, C. (2015). *Resignificación del proyecto educativo institucional de la institución educativa san francisco de asís, a partir de las prácticas y los saberes socioculturales de su comunidad educativa*. Tesis de Maestría. Universidad Católica de Pereira. Pereira. 159 p.
- Furman, M. (2012). *Programa Educación Rural (PER): Orientaciones técnicas para la producción de secuencias didácticas para un desarrollo profesional situado en las áreas de Matemáticas y Ciencias*. Bogotá D.C., Colombia, Ministerio de Educación Nacional de Colombia. 68 p.
- García C. & Romero S. (2014). *Aprendizaje en profundidad de razones y proporciones basado en la resolución de problemas*. Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. 211 p.
- García, J. J. (2003). Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. Bogotá (Colombia). Cooperativa Editorial Magisterio.
- García, J. J. (2010). La creatividad y la resolución de problemas como bases de un modelo didáctico alternativo. *Revista Educación y Pedagogía*, 10(21), 145-173. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/6758/6191>
- Garret, R. M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: Implicaciones para el currículo de Ciencias. *Revista enseñanza de las ciencias*, 6 (3), p. 624-630. Recuperado el 4 de abril de 2017 de: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51098/92967>
- Gaulin, C. (2001). Tendencias actuales de la resolución de problemas. *Sigma*, 19, 51-63. Recuperado de: https://sferrerobravo.files.wordpress.com/2007/10/7_tendencias_actuales.pdf

- Gliessman, S.R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba (Costa Rica). Litocat (CATIE). 359 p.
- Hernández, S. R., Fernández, C.C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (6° Ed.). México. Mc Graw Hill/Interamericana S.A. de C.V. 634 p.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). 2018. *Guía de orientación Saber 11° para instituciones educativas*. (1° ed.). Bogotá, D.C., Colombia.
- Jordano, P., Vázquez, D & Bascompte, Jordi. (2009). Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal. En: Medel, R., Aizen, M. & Zamora, R. (Eds). *Ecología y evolución de interacciones planta-animal*. (pp. 17-41). Santiago de Chile, Chile. Editorial Universitaria, S.A.
- Kempa, R. F. (1986). Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva. *Revista enseñanza de las ciencias*, 4 (2), p. 99-110. Recuperado el 9 de octubre de 2018 de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/57001/92879>
- Labinowicz, E. (1982). *Introducción a Piaget: Pensamiento-aprendizaje-enseñanza*. México. Fondo Educativo Interamericano. 309 p.
- Lawson, A. E. (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Revista enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 165-187. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21356/93311>
- León, T. E. (2009). Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción. *Agroecología* 4, 7-17.

- Marín, A. (2015). *Aprendizaje profundo a través de la resolución de problemas en estudiantes de noveno grado en la institución educativa san francisco de paula*. Tesis de Maestría Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. 32-42.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). *Ley 115 de 1994. Ley General de Educación*. Santa Fé de Bogotá. febrero de 1994.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Lineamientos Curriculares para la Enseñanza de las Ciencias Naturales ciencias naturales y la educación ambiental*. Santa Fé de Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas: guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Santa Fé de Bogotá.
- Muñoz, C.P., Diaz, S., Marín, M. & Parra, S. (2010). *Hipertexto Santillana: Ciencias 7. Edición docente*. Bogotá, Colombia. Editorial Santillana. 272 p.
- Palacio, C.A. (2017). La argumentación científica escolar desarrollada desde un enfoque de resolución de problemas como propuesta didáctica en la clase de ciencias. *Revista Seres, Saberes y Contextos, Vol. 2*, p. 83-89.
- Paz, H. (2012). Análisis comparado de las tendencias didácticas basadas en resolución de problemas en ingeniería. *Argos [online]. Vol.29, n.57. pp. 126-149*. Disponible en: ISSN 0254-1637.
- Perales, F. (2010). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Educación y Pedagogía, 10(21)*, 119-143. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/6756/6188>

- Pérez, C., Rodríguez, S. y Sánchez, L. (2015). El cerebro triádico y su relación con la curiosidad, el trabajo en equipo y la explicación de fenómenos para el desarrollo de actitud científica. *Revista rastros y rostros*. 17 (31), 99-110. Recuperado de:
<http://dx.doi.org/10.16925/ra.v17i31.1106>
- Piaget, J. (1970). *La construcción de lo real en el niño*. (3° ed.). Buenos Aires, Argentina. Proteo editores. 347 p.
- Piaget, J., Inhelder, B., García, R., Voneche, J. & Revuelta, J. (1981). *Epistemología genética y equilibración: Un homenaje a Jean Piaget*. Madrid, España. Ed. fundamentos. 166 p.
- Pólya, G. (1965). *Como plantear y resolver problemas*. (2° Ed.). México: Editorial Trillas, S.A. de C.V.
- Restrepo, A. (2013). *Programa de atención a la población con necesidades educativas especiales: Propuesta de incorporación de un PEI incluyente en la institución educativa San Francisco de Asís*. Corregimiento Arabia, Pereira.
- Santillán C. F. (2006). El Aprendizaje Basado en Problemas como propuesta educativa para las disciplinas económicas y sociales apoyadas en el B-Learning. *Revista Iberoamericana De Educación*, 40(2), 1-5. Recuperado de: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2522>
- Solaz-Portolés, J. J. & Sanjosé-López, V. (2008). Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 1, 147-162. Recuperado el 20 de febrero de 2018 de: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/3361>
- Sutton, D. (2006). *Fundamentos de ecología*. México, D.F., México. Editorial Limusa, S.A. de C.V. 293 p.

- Tobón, S., Pimienta, J. H. & García, J. A. (2010). *Secuencias Didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*. México. Pearson Educación. 196 p.
- Torres, C. X. (2002). Sección 1: Conceptos básicos, Capítulo 9: Ecología. En: Hogares juveniles campesinos. *Manual Agropecuario: Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente*. (p. 135-146). Bogotá, D.C., Colombia. Fundación Hogares Juveniles Campesinos.
- Venet, M. y Correa, E. (2014). El concepto de zona de desarrollo próximo: un instrumento psicológico para mejorar su propia práctica pedagógica. *Pensando Psicología*, 10(17), 7-15. Recuperado de 2018 de [http:// dx.doi.org/10.16925/pe.v10i17.775](http://dx.doi.org/10.16925/pe.v10i17.775)

6. Anexos

Anexo 1. Pretest



MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES



Aprendizaje de las relaciones interespecíficas en un ecosistema a través de una secuencia didáctica usando la resolución de problemas en la granja agroecológica de la institución educativa San Francisco de Asís de Pereira.

Nombre: _____ Fecha: _____

APRECIADO ESTUDIANTE, A CONTINUACIÓN, USTED ENCONTRARÁ UN ENUNCIADO ACOMPAÑADO POR VARIAS PREGUNTAS EN LAS QUE SE LE PIDE REDACTAR UNA RESPUESTA. POR FAVOR LEA MUY BIEN EL ENUNCIADO Y RESUELVA DE LA FORMA MÁS SINCERA Y HONESTA POSIBLE CADA PREGUNTA.

Enunciado:

Desde que se inventó la agricultura hace aproximadamente 10.000 años, en los agroecosistemas ocurren muchas relaciones ecológicas entre las especies que allí conviven. Un primer ejemplo de este tipo de relaciones ocurre entre las flores de las plantas y los insectos que las visitan en busca de polen y néctar para alimentarse (ver la figura 1). En este caso, el insecto contribuye a la polinización y reproducción de las plantas con flores, garantizando las cosechas de muchos alimentos como pepino, tomate, maíz, habichuela, frijol, café, guanábana, mango, naranja, etc. En compensación obtienen polen y néctar como alimento.



Figura1. Abeja polinizando

Un segundo ejemplo ocurre cuando un insecto deposita sus huevos en el interior del cuerpo de otro insecto (ver la figura 2). Mas adelante las larvas que salen de los huevos se alimentan del insecto causándole la muerte.



Figura 2. Avispa inyectando huevos en una larva

Un tercer ejemplo ocurre cuando al cultivo se integran plantas de diferentes especies que tienen la capacidad de ahuyentar a insectos plaga o atraer insectos benéficos, debido a que liberan al aire sustancias químicas atractivas o desagradables para ellos.

Actualmente la ciencia de la Agroecología estudia este tipo de relaciones y las usa para hacer una agricultura sana, sin problemas de plagas y enfermedades y en armonía con el medio ambiente.

En nuestra región, son muchas las relaciones ecológicas que se pueden encontrar debido a la gran biodiversidad que hay en los agroecosistemas. Por ejemplo, en los cultivos de café, ocurre una fuerte relación entre el insecto conocido como la Broca y los granos de café. En este caso, las hembras adultas del insecto hacen un hueco en los granos inmaduros hasta llegar al interior y depositar allí varios huevos que más adelante liberan diminutas larvas, las cuales devoran gran parte de las semillas (ver figura 3).

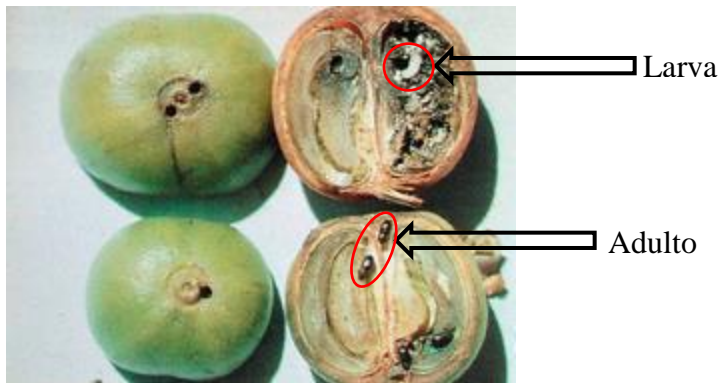


Figura 3. Larvas y adultos de la broca.

Actualmente, la mayor parte de los ataques por Broca en los cafetales se manejan con insecticidas químicos, los cuales matan los insectos solo si son aplicados directamente al cuerpo de ellos, es decir cuando aún no han ingresado al interior de los frutos. Con el uso de estos agroquímicos, se generan impactos económicos, ambientales y para la salud humana.

Apreciado estudiante a continuación encontrará varias preguntas relacionada con el texto anterior. Por favor responda con toda claridad y honestidad.

1.1. En el siguiente cuadro escriba el nombre de las relaciones ecológicas que identificó en el texto y describa brevemente el ejemplo que se menciona para cada una.

RELACIÓN ECOLÓGICA	EJEMPLO

1.2. ¿Qué otro tipo de relaciones ecológicas conoce, además de las mencionadas en el texto?

1.3. ¿Según lo que usted comprendió del texto, cual o cuales problemas identificó?

1.4. ¿Cuáles cree que son las causas para el problema o los problemas que identificó?

1.5. ¿Qué solución o soluciones plantearía para el problema o los problemas que identificó?

—

1.6. ¿Cómo verificaría que la solución o soluciones que planteó es o son correctas?

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

Anexo 2. Test de Waldemar de Gregori.

TEST DE CARACTERIZACIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE TEORÍA TRICEREBRAL (Waldemar De Gregori).

01	¿Al fin del día, de la semana, o de una actividad, haces revisión, evaluación?	<input type="checkbox"/>
02	¿En tu casa, en tu habitación, en tu lugar de trabajo, hay orden, organización?	<input type="checkbox"/>
03	¿Crees que tu cuerpo y tu energía son parte de un todo mayor, de alguna fuerza superior, invisible, espiritual y eterna?	<input type="checkbox"/>
04	¿Sabes contar chistes? ¿Vives alegre, optimista y disfrutando a pesar de todo?	<input type="checkbox"/>
05	¿Dialogando o discutiendo tienes buenas explicaciones, argumentos, sabes rebatir?	<input type="checkbox"/>
06	¿Tienes presentimientos, premoniciones, sueños nocturnos que se realizan?	<input type="checkbox"/>
07	¿En la relación afectiva, te entregas a fondo, con romanticismo, con pasión?	<input type="checkbox"/>
08	¿Sabes hablar frente a un grupo, dominas las palabras con fluidez y corrección?	<input type="checkbox"/>
09	¿Cuándo hablas, haces gestos, mueves el cuerpo, miras a todas las personas?	<input type="checkbox"/>
10	¿Te puedes imaginar en los zapatos de otra persona y sentir como ella se siente?	<input type="checkbox"/>
11	¿Sabes descubrir los pros y contras de un problema, logras detallarlos y emitir opiniones correctas?	<input type="checkbox"/>
12	¿Cuándo narras un hecho le metes muchos detalles, te gusta dar todos los pormenores?	<input type="checkbox"/>
13	¿Al comprar o vender obtienes ventajas, ganas plata?	<input type="checkbox"/>
14	¿Te gusta innovar, cambiar la rutina de la vida, del ambiente, tienes soluciones creativas, originales?	<input type="checkbox"/>
15	¿Controlas tus impulsos y te detienes a tiempo para pensar en las consecuencias antes de actuar?	<input type="checkbox"/>
16	¿Antes de aceptar cualquier información como cierta, te dedicas a recoger más datos y a averiguar de dónde proviene, a profundizar en el tema?	<input type="checkbox"/>
17	¿Eres consciente y disciplinado, respecto a lo que tienes que comer y beber, del descanso, de la dormida y de los ejercicios físicos?	<input type="checkbox"/>
18	¿Frente a una tarea difícil, tienes capacidad de concentración, de continuidad, de aguante?	<input type="checkbox"/>
19	¿En la posición de líder, sabes dividir tareas, calcular tiempo para cada tarea, dar órdenes cortas, exigir la ejecución?	<input type="checkbox"/>
20	¿Te detienes a ponerle atención a un hermoso atardecer, a un pájaro, a un paisaje?	<input type="checkbox"/>
21	¿Tienes atracción por las aventuras, tareas desconocidas, iniciar algo que nadie hizo antes?	<input type="checkbox"/>
22	¿Dudas de la información que te dan en la TV, Internet, redes sociales? Dudas de la información dada por políticos, religiones, ¿la ciencia?	<input type="checkbox"/>
23	¿Logras transformar tus sueños e ideales en cosas concretas, que progresan y duran?	<input type="checkbox"/>
24	¿Tienes el hábito de pensar en el día de mañana, en el año próximo, en los próximos diez años?	<input type="checkbox"/>
25	¿Tienes facilidad con máquinas y aparatos como celulares, calculadoras, lavadoras, computadoras, carros?	<input type="checkbox"/>
26	¿Eres rápido tus actividades escolares, tu tiempo rinde más que el de tus compañeros, terminas bien y a tiempo lo que empiezas?	<input type="checkbox"/>
27	¿Cuándo estudias, haces tareas o te comunicas se te facilita usar los números, las estadísticas, los porcentajes, matemáticas?	<input type="checkbox"/>

Anexo 3. Formato para la caracterización individual de estudiantes.

CARACTERIZACIÓN INDIVIDUAL DE LOS ESTUDIANTES

Respetuosamente le solicitamos que responda, con sinceridad, las siguientes preguntas.

A. INFORMACIÓN PERSONAL

Nombres: _____

Apellidos: _____

Edad: ____ Tipo Sanguíneo: ____

Lugar de nacimiento: Ciudad _____ Departamento: _____

Fecha de nacimiento: año _____ mes: _____ día: _____

Teléfono: _____

¿Con quién vive? Ambos padres__ Con el Padre solamente__ Con la Madre solamente __ Abuelos ____ Tíos ____ Otros: _____

¿cuáles?: _____

Dirección: _____

Barrio: _____ Vereda: _____

Estrato: 1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__

Antigüedad en la institución: 5 años o más__ 2 a 4 años__ 1 año__ Nuevo ____

Repitente: No __ Primera vez__ Segunda vez__ Tercera vez__ más veces__

En cuanto a lo académico ¿Cuáles de las siguientes dificultades presenta?

__ Con deficiente escritura

__ Con poca capacidad de análisis, interpretación y comprensión de lectura

__ Sin hábito de estudio

__ Poca concentración,

__ Bajo nivel en matemáticas

__ Otra ¿Cuál? _____

En lo comportamental y de convivencia presento las siguientes situaciones:

___ Indisciplina reiterada

___ Trato irrespetuoso

___ Posible consumo de Sustancias Psico Activas

___ Desatención o desconcentración

___ Otras ¿Cuáles? _____

Actividades preferidas: _____

Asignaturas preferidas: _____

Asignaturas que se le dificultan: _____

Aspiraciones a nivel profesional: _____

¿Qué conflictos se presentan de manera más frecuente entre sus compañeros?

Peleas___ apodos___ burlas ___ vocabulario soez___ chanzas___

chismes___ egoísmo___ robo___ otro_____

B. INFORMACIÓN FAMILIAR

Nombre de la madre: _____

Ocupación: _____

Nivel de escolaridad: _____

Teléfono: _____

Nombre del padre: _____

Ocupación: _____

Nivel de escolaridad: _____

Teléfono: _____

I

Ciencias Naturales y Agroecología
grado décimo

Secuencia didáctica

¿CÓMO USAR LAS RELACIONES ECOLÓGICAS
ENTRE LOS SERES VIVOS, PARA SOLUCIONAR
PROBLEMAS EN LOS AGROECOSISTEMAS?

Institución Educativa San Francisco de Asís

Docente: Jorge Enrique Barrera Gutiérrez

Tabla de Contenido

INFORMACIÓN GENERAL Y DESCRIPCIÓN	2
OBJETIVOS.....	3
APRENDIZAJES	3
EVALUACIÓN.....	4
PREGUNTAS ORIENTADORAS	4
SESIÓN 1: ¿Que es la broca?	5
SESIÓN 2: ¿Cómo es el “modus operandi” de la broca? ¿Cómo es el “modus operandi” de la broca en los granos de café?¿	10
SESIÓN 3: ¿existen los zombies?	13
SESIÓN 4: ¿Cómo interactúan los seres vivos en los ecosistemas?	16
SESIÓN 5: ¿Qué se oculta en la huerta?	17
SESIÓN 6: ¿Cómo detecto y soluciono problemas en mis cultivos?	22
SESIÓN 7 ¿Cómo aplico mis conocimientos sobre relaciones ecológicas y Agroecología para solucionar problemas en los cultivos?	29

INFORMACIÓN GENERAL Y DESCRIPCIÓN			
NOMBRE DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA	¿Cómo usar las relaciones ecológicas entre los seres vivos, para solucionar problemas en los agroecosistemas?		
ÁREA	Técnica Agropecuaria	GRADO	10°
NÚMERO DE SESIONES	7	NÚMERO DE HORAS	28
NÚMERO DE ESTUDIANTES	15		
DOCENTE	Jorge Enrique Barrera		
DESCRIPCIÓN	<p>Con el diseño y desarrollo de esta secuencia didáctica, se tiene como propósito que los y las estudiantes de grado 10° de la Institución Educativa San Francisco de Asís, se apropien del concepto de relaciones ecológicas interespecíficas de un ecosistema y los hagan transversales a su formación técnica en producción agropecuaria, para que aprendan a dar soluciones sostenibles a los diversos problemas sanitarios que en la práctica pueden ocurrir en los cultivos de su contexto regional. Se presentan una serie de actividades didácticas estructuradas a partir de la pregunta: ¿Cómo usar las relaciones ecológicas entre los seres vivos, para solucionar problemas en los agroecosistemas?</p> <p>La primera sesión está estructurada por una actividad introductoria llamada "la broca se toma el café" y orientada por la pregunta ¿qué es la broca?, en la cual, por medio de una noticia real publicada en el periódico el tiempo, se introduce a los estudiantes en el problema sanitario más relevante para el cultivo más importante de su región como lo es el café. La segunda sesión tiene como objetivo que los estudiantes aprendan a identificar el problema de la broca con la pregunta: ¿cómo es el modus operandi de la broca? En la tercera sesión se introducirá a los estudiantes en el tema de las relaciones ecológicas interespecíficas en los ecosistemas con la pregunta: ¿existen los zombies? La cuarta sesión, tiene como pregunta generadora ¿Cómo interactúan los seres vivos en un ecosistema? Y tiene como objetivo evaluar los aprendizajes de los estudiantes respecto al tema de relaciones ecológicas. La quinta sesión gira en torno a la pregunta: ¿qué se oculta en la huerta? Esta es una actividad práctica en la que los estudiantes deben recorrer la huerta escolar para detectar relaciones ecológicas en los cultivos y socializarlos ante la comunidad estudiantil. La sesión seis, está guiada por la pregunta: ¿Cómo detecto y soluciono problemas en mis cultivos?, se espera que los estudiantes aprendan a detectar problemas y darles solución, mediante una propuesta metodológica. La última sesión gira en torno a la pregunta ¿cómo aplico mis conocimientos sobre relaciones ecológicas y Agroecología para solucionar problemas en los cultivos? En ella se propone a los estudiantes poner en práctica el proceso metodológico, para identificar y solucionar el problema de la broca en el café. Como actividad final evaluativa, se asigna un problema común de un cultivo, para que socialicen en su grupo como se identifica, que rutas de solución propondrían y como verificarían la solución.</p>		

OBJETIVOS			
OBJETIVO GENERAL	Al finalizar la presente secuencia didáctica, los estudiantes estarán en capacidad de explicar diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas y en los agroecosistemas e Identificar problemas en los cultivos para darles solución partiendo de los conocimientos sobre agroecología y relaciones ecológicas interespecíficas.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APRENDIZAJE	Al finalizar cada sesión, los estudiantes estarán en capacidad de: 1. Aprender cómo actúan algunos insectos en los cultivos. 2. Analizar y comprender problemas en los cultivos.. 3. Conocer algunas relaciones interespecíficas que ocurren en los ecosistemas. 4. Demostrar mis conocimientos conceptuales sobre relaciones ecológicas interespecíficas en los ecosistemas. 5. Identificar problemas sanitarios y relaciones ecológicas interespecíficas en los cultivos agroecológicos de mí colegio. 6. Analizar, comprender y solucionar problemas en los cultivos agroecológicos. 7. Solucionar problemas en los cultivos usando mis conocimientos en agroecología y relaciones ecológicas interespecíficas.		
APRENDIZAJES			
SABERES	PROCEDIMENTALES	CONCEPTUALES	ACTITUDINALES
	Usa su conocimiento sobre relaciones ecológicas identifica relaciones ecológicas interespecíficas en agroecosistemas.	Reconoce relaciones ecológicas interespecíficas en diferentes ecosistemas Identifica problemas en agroecosistemas	Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más
ESTÁNDAR	Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.		
ACCIONES DE PENSAMIENTO Y PRODUCCIÓN	Me aproximo al conocimiento como científico(a) natural 1. Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas. Manejo conocimientos propios de las Ciencias Naturales 1. Explico diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas. Desarrollo compromisos personales y sociales 1. Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas.		

EVALUACIÓN

EVALUACIÓN	Desempeño 1. Identifica relaciones ecológicas interespecíficas en un ecosistema. 2. Persiste en la búsqueda de respuestas a sus preguntas. 3. Ejemplifica relaciones ecológicas interespecíficas en diferentes contextos. 4. Analiza y comprende problemas propios de las Ciencias Naturales y en cultivos agroecológicos. 5. Usa sus conocimientos sobre relaciones ecológicas interespecíficas y agroecología para proponer soluciones a los problemas que se presenten en los cultivos. 6. Busca información en diferentes fuentes, escoge la pertinente y da el crédito correspondiente. 7. Escucha activamente a sus compañeros y compañeras, reconoce otros puntos de vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos.	Formas e instrumentos •Exposición de posters. •Mesa redonda. •Indagación en el campo. •Consulta interna en el aula. •Trabajo en grupo. •Consulta extraclase. •Material impreso.
-------------------	---	---

PREGUNTAS ORIENTADORAS

SESIONES	1	2	3	4	5	6	7
Pregunta orientadora	¿Que es la broca?	¿Cómo es el modus operandi de la broca?	¿Existen los zombies?	¿Cómo se relacionan los seres vivos en un ecosistema?	¿Que se oculta en la huerta?	¿Cómo detecto y soluciono problemas en mis cultivos?	¿Cómo aplico mis conocimientos sobre relaciones ecológicas y Agroecología para solucionar problemas en los cultivos?

Fecha: _____ Grupo: _____

SESIÓN 1: ¿Que es la broca?

OBJETIVO: Aprender cómo actúan algunos insectos en los cultivos.

IDEA CLAVE: Por la necesidad de sobrevivir los seres vivos interactúan para obtener alimento, refugio y reproducirse.

DESEMPEÑO ESTUDIANTE

- Identifica relaciones ecológicas interespecíficas en un ecosistema.
- Analiza y comprende problemas propios de las Ciencias Naturales y en cultivos agroecológicos.

DESEMPEÑOS DEL DOCENTE:

- Saluda a los estudiantes, les plantea los pactos de aula para trabajar y los roles de cada estudiante dentro del grupo.
- Organiza los grupos de acuerdo con los estilos de aprendizaje.
- Plantea el tema a trabajar, los tiempos de duración, los objetivos y desempeños que se esperan alcanzar con la sesión.
- Entrega el material de trabajo.
- Organiza una mesa redonda en la cual se exponen las respuestas a las preguntas que hay al final de la actividad y propone que haya una retroalimentación entre los grupos.
- Escucha activamente y sirve como moderador.

TIEMPO: 2 horas

DESARROLLO DE LA SESIÓN:

1. Con tu grupo de trabajo lean la noticia “la broca se toma el café”. Luego de hacer la lectura, respondan las preguntas que se plantean después de la noticia, de acuerdo con los conocimientos que tengan sobre el tema. Al finalizar, el relator debe leer claramente las respuestas ante el grupo en plenaria.



LA BROCA SE TOMA EL CAFÉ

Por: **PROFESOR YARUMO** 19 de enero de 1992.



“Cuenta la leyenda que la broca era un gorgojo que vivía en Uganda, donde se alimentaba de almendros y era controlado por una avispa. Hasta que una vez, en un cargamento de nueces procedente de Uganda y con destino a Brasil, llegaron unas gorgojas de broca cargadas de huevos y al no encontrar almendras, los pusieron en los granos de café. Dentro de cada grano de café salieron gusanitos llamados larvas que se comieron los granos por

dentro, aunque aparentemente los frutos se veían sanos. Después de comer, las larvas se transformaron en pupas y de ellas salieron adultos tanto machos como hembras. Luego de copular, las hembras fecundadas salieron por el orificio de entrada a buscar nuevos granos donde depositar sus huevos para que nacieran nuevas larvas y se reprodujeran cuando se convirtieran en adultos. De esta forma estos diminutos gorgojos se convirtieron en una plaga del café que se regó por muchos países de Latinoamérica incluyendo a Colombia.

En los cafetales colombianos, la broca se identifica fácilmente porque es un cucarrón que sólo mide un milímetro, su alimento preferido es el café verde o maduro, penetra al grano por el ombligo y tarda seis horas en llegar al corazón. El interior del fruto queda destruido.

2. Después de haber leído la noticia anterior, respondan en grupo las siguientes preguntas:

¿En África, la broca se considera como un problema para el café? ¿Por qué?

¿En qué región de Colombia se considera la broca como un problema para los cultivos de café? ¿Por qué?

¿Qué problemas adicionales, consideran ustedes, que se han derivado a raíz de la llegada de la broca a los cafetales de nuestro país?

¿Se puede considerar que la broca y los granos de café han establecido una relación ecológica? ¿Por qué?

Si consideran que hay una relación ecológica ¿Cuál de los dos organismos sale beneficiado y cual sale perjudicado? ¿Por qué?

Si no hubiesen existido cultivos de café en nuestra región ¿se habría podido adaptar la broca al ecosistema? ¿Por qué?

¿Qué otro tipo de relaciones ecológicas conocen ustedes?

Escriban a continuación, las palabras o conceptos nuevos, los cuales no entienden o no conocen su significado.



A rounded rectangular box with a black border, containing seven horizontal lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the box.



SECUENCIA DIDACTICA

¿Cómo usar las relaciones ecológicas entre los seres vivos, para solucionar problemas en los agroecosistemas?



Fecha: _____ Grupo: _____

SESIÓN 2: ¿Cómo es el “modus operandi” de la broca?

OBJETIVO: Analizar y comprender problemas en los cultivos.

IDEA CLAVE: Los cultivos son fuente de alimento y refugio para algunos insectos, ocasionando problemas al ser humano.

DESEMPEÑOS:

- Persiste en la búsqueda de respuestas a sus preguntas.
- Analiza y comprende problemas propios de las Ciencias Naturales y en cultivos agroecológicos.

DESEMPEÑOS DEL DOCENTE:

- Saluda a los estudiantes, les plantea los pactos de aula para trabajar y los roles de cada estudiante dentro del grupo.
- Plantea el tema a trabajar, los tiempos de duración, los objetivos y desempeños que se esperan alcanzar con la sesión.
- Organiza una salida de campo, revisa el listado de materiales de trabajo (bisturí, lápiz, hoja de papel cuadriculado, lupa, cámara de celular por grupo y cuaderno de apuntes).
- Direcciona la identificación de granos brocados
- Guía el trabajo de disección de los granos de café y ayuda en la identificación de los estados de desarrollo del insecto.
- Organiza una mesa redonda escucha activamente las respuestas, sirve como moderador y retroalimenta en casos necesarios.
- Verifica que todos los estudiantes hayan comprendido el proceso para identificar problemas de broca en cafetales.

TIEMPO: 4 HORAS

DESCRIPCIÓN GENERAL: en la sesión anterior, aprendimos que la broca es un insecto que ataca los granos de café y los daña. Ahora vamos a conocer personalmente a este insecto. En el cafetal de la institución, seleccionen un árbol y recolecten granos de café verdes y maduros atacados por broca y hagan las siguientes actividades:

- Describan detalladamente las características que tiene el orificio por donde ingresa el insecto al interior de cada grano (usen una lupa si es necesario). Hagan registros fotográficos.
- Sobre una hoja de papel cuadriculado, depositen un adulto del insecto dentro de un cuadrito y calculen su longitud (recuerden que cada cuadro tiene 0,5cm de lado). Con la ayuda de una lupa, observen el insecto y definan que tipo de insecto es. Anoten sus observaciones y registren una foto.
- Con la ayuda de un bisturí hagan un corte transversal de un grano picado por el insecto y observen cuidadosamente el interior del grano. Describan como es el interior de las semillas en cuanto a color, textura y dureza. Anoten las observaciones hechas y tomen fotos.
- Seleccionen granos maduros y verdes que se consideren sanos (no atacados por la broca) y hagan un corte transversal con el bisturí, luego describan como es el interior de las semillas en cuanto a color, textura y dureza. Anoten las observaciones hechas y tomen fotos.
- Ahora seleccionen otros 3 árboles adicionales de café y obsérvenlos cuidadosamente e identifiquen si tienen otro tipo de problemas. También observen si tienen granos atacados por la broca. Tomen registros fotográficos y anoten sus observaciones.

En el aula de clase, el grupo debe responder con toda honestidad y basándose en las observaciones hechas en la salida de campo, las siguientes preguntas:

¿Cuál es la característica principal que indica a simple vista si un grano de café este brocado o está sano?

¿Se puede considerar a la broca como el problema más importante detectado en los arboles de café observados? ¿Por

¿Es la broca un problema para?:

- A. Las plantas de café.
- B. Para los caficultores?
- C. Para ambos

En el siguiente espacio, escriban las razones que justifican la respuesta elegida

¿Cómo se soluciona este problema actualmente en los cafetales?

De acuerdo con las observaciones hechas en el campo, sobre la forma en que el insecto ataca los granos y los daña y basándose en su conocimiento sobre relaciones ecológicas entre los seres vivos de un ecosistema ¿Qué alternativa o alternativas ecológicas de solución propondrían ustedes para este problema en los cafetales?

Fecha: _____ Grupo: _____

SESIÓN 3: ¿existen los zombies?

OBJETIVO: Conocer algunas relaciones interespecíficas que ocurren en los ecosistemas.

IDEA CLAVE: De acuerdo a la forma en que se relacionan los seres vivos, pueden ocurrir interacciones positivas, negativas o neutras.

DESEMPEÑOS:

- Identifica relaciones ecológicas interespecíficas en un ecosistema.
- Persiste en la búsqueda de respuestas a sus preguntas.

DESEMPEÑOS DEL DOCENTE:

- Saluda a los estudiantes, les plantea los pactos de aula para trabajar y los roles de cada estudiante dentro del grupo.
- Plantea el tema a trabajar, los tiempos de duración, los objetivos y desempeños que se esperan alcanzar con la sesión.
- Organiza el ambiente de trabajo instalando un TV y un reproductor de videos.
- Proyecta los videos: RELACIONES ENTRE LOS SERES VIVOS e INSECTOS ZOMBIE y entrega el material de trabajo.
- Guía el trabajo en grupo, incentivando la participación de todos los integrantes en la resolución de las preguntas propuestas.
- Valora las respuestas de los estudiantes y hace la retroalimentación respectiva.

TIEMPO: 2 horas.

DESCRIPCIÓN GENERAL: los ecosistemas están conformados por elementos físicos y químicos que hacen posible el establecimiento de una abundante cantidad de seres vivos y que establecen interacciones o relaciones biológicas entre ellos, haciendo que dependan uno de otro. Estas interacciones pueden ser benéficas, perjudiciales o neutrales. La razón para que ocurran estas relaciones, es en esencia, la supervivencia. En muchos documentales televisivos se pueden observar ejemplos de estas interacciones, como es el caso de los leones cazando

y devorando cebras o el de los osos atrapando salmones en los fríos ríos canadienses. Pero, los ejemplos más terroríficos y que hacen helar la sangre de cualquiera, ocurren entre algunos insectos y ciertas especies de microorganismos que se adueñan de la conciencia de su víctima para hacerla actuar como un verdadero **zombie**!. Si, lo leyeron bien, como un **ZOMBIE**. Impresionante verdad. Pues los invito a que descubran el maravilloso mundo de las relaciones ecológicas entre las especies en los ecosistemas y conozcan los auténticos zombies.

1. Observen con toda atención, el video "RELACIONES ENTRE LOS SERES VIVOS" y el video "INSECTOS ZOMBIE" proyectado por su profe.
2. Completen el siguiente cuadro, con la información que dedujeron al observar el video "relaciones entre los seres vivos".

2. Completen el siguiente cuadro, con la información que dedujeron al observar el video "relaciones entre los seres vivos".

[illegible]

En la columna "relación observada" escriban el nombre tal y como lo mostraba el video. En la columna "ejemplo", escriban el nombre del organismo 1 y organismo 2 que participan de la relación, teniendo en cuenta que seguido del nombre del organismo deben escribir entre paréntesis el signo (+) si el organismo se beneficia.

el signo (-) si el organismo se ve perjudicado por la relación o un cero (0), si el organismo ni se beneficia ni se perjudica. Deben considerar un mínimo de dos ejemplos. En la columna “descripción”, escriban en un texto corto la acción o las acciones que ocurren entre los dos organismos.

3. Con relación al video sobre “INSECTOS ZOMBIE”, llenen la siguiente tabla:

RELACIONES ENTRE LOS SERES VIVOS DE UN ECOSISTEMA			
RELACIÓN OBSERVADA	EJEMPLO		DESCRIPCIÓN
	AVISPA ()	ORUGA ESCLAVA ()	
	MYRMECONEMA ()	HORMIGA BAYA ()	
	OPHIOCORDYCEPS ()	HORMIGAS CARPINTERAS ()	
	AVISPA ESMERALDA ()	CUCARACHA ZOMBIE ()	

De acuerdo con lo observado en los videos escriban una definición para el termino relaciones ecológicas en los ecosistemas:

Escriban a continuación, la definición para cada una de las relaciones observadas en el video “relaciones ecológicas”:

Relación1: _____

Relación2: _____

Relación3:

Relación4:

Relación5:

Fecha: _____ Grupo: _____

SESIÓN 4: ¿Cómo interactúan los seres vivos en los ecosistemas?

OBJETIVO: Demostrar conocimientos conceptuales sobre relaciones ecológicas interespecíficas en los ecosistemas.

IDEA CLAVE: las relaciones ecológicas mantienen el equilibrio en los ecosistemas.

DESEMPEÑOS ESTUDIANTES:

- Identifica relaciones ecológicas interespecíficas en un ecosistema.
- Ejemplifica relaciones ecológicas interespecíficas en diferentes contextos.
- Busca información en diferentes fuentes, escoge la pertinente y da el crédito correspondiente.
- Escucha activamente a sus compañeros y compañeras, reconoce otros puntos de vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos.

DESEMPEÑOS DEL DOCENTE:

- Saluda a los estudiantes, les plantea los pactos de aula para trabajar y los roles de cada estudiante dentro del grupo.
- Plantea el tema a trabajar, los tiempos de duración, los objetivos y desempeños que se esperan alcanzar con la sesión.
- Guía el trabajo en grupo, incentivando la participación de todos los integrantes en la resolución de las preguntas propuestas.
- Facilita o verifica que los estudiantes tengan acceso a: libros de Ciencias Naturales, Computadores personales con conexión a internet, Celulares con conexión a Internet.
- Entrega la guía de trabajo.
- Escucha las intervenciones de los grupos, indica con claridad la forma de calificar y socializa los resultados de la coevaluación.
- Hace la retroalimentación cuando sea necesario.

TIEMPO: 4 horas

DESCRIPCIÓN GENERAL: en la actividad anterior, iniciamos un recorrido fantástico por las interacciones que ocurren entre los seres vivos en los ecosistemas. En la actividad programada para esta sesión de clase, profundizaremos aún más en las bases conceptuales y ejemplos que nos ayudaran a entender de una vez por

actividad programada para esta sesión de clase, profundizaremos aún más en las bases conceptuales y ejemplos que nos ayudaran a entender de una vez por todas, que son las relaciones ecológicas y porque son tan importantes para el equilibrio de los ecosistemas. Entenderemos que en algunos casos la relación es tan íntima que un ser vivo no puede vivir sin la presencia del otro.

1. Con tus compañeros, respondan las siguientes preguntas:

- ¿Qué es un ecosistema?
- ¿Qué es un agroecosistema?
- ¿Qué es una relación ecológica?
- ¿Cuáles son las relaciones ecológicas interespecíficas?
- ¿Qué es herbivoría?

Para dar respuesta a estas preguntas, consultas libros de texto de Ciencias Naturales o realiza tus consultas vía Internet, ya sea por medio de un Computador portátil o de tu celular personal. Sigue las instrucciones del docente.

2. Evaluación: en este momento ya deben estar listos para demostrar sus conocimientos sobre las relaciones ecológicas. Lo harán frente a sus compañeros, de los demás grupos exponiendo sus aprendizajes. Cada grupo hará un análisis honesto y emitirá un resultado numérico sobre la intervención de los demás grupos, siguiendo los siguientes criterios:

Criterio	Dominio del tema	Participación de todo el grupo	Respuesta a las preguntas	Claridad de las ayudas	Promedio
Calificación					

Para las calificaciones se tendrán en cuenta la escala numérica de 1 a 5, siendo 1 el valor mas bajo y 5 el mas alto.



SECUENCIA DIDACTICA

¿Cómo usar las relaciones ecológicas entre los seres vivos, para solucionar problemas en los agroecosistemas?



Fecha: _____

Grupo: _____

SESIÓN 5: ¿Qué se oculta en la huerta?

OBJETIVO: Identificar problemas sanitarios y relaciones ecológicas interespecíficas en los cultivos agroecológicos de mi colegio.

IDEA CLAVE: los cultivos son ecosistemas menos complejos que los ecosistemas naturales, pero aun así se pueden encontrar bastantes interacciones biológicas entre las plantas y los demás seres vivos.

DESEMPEÑOS ESTUDIANTES:

- Identifica relaciones ecológicas interespecíficas en un ecosistema.
- Ejemplifica relaciones ecológicas interespecíficas en diferentes contextos.
- Persiste en la búsqueda de respuestas a sus preguntas.

DESEMPEÑOS DOCENTES:

- Saluda a los estudiantes, les plantea los pactos de aula para trabajar y los roles de cada estudiante dentro del grupo.
- Plantea el tema a trabajar, los tiempos de duración, los objetivos y desempeños que se esperan alcanzar con la sesión.
- Organiza una salida de campo, revisa el listado de materiales de trabajo (lupa, cámara de celular por grupo, estereoscopio y cuaderno de apuntes).
- Entrega la guía de campo.
- Observa el trabajo de los grupos, sin intervenir.
- Realiza preguntas a los estudiantes para verificar la asertividad de su trabajo.
- Resuelve preguntas sobre la guía de trabajo.
- Organiza el aula para exponer los posters de cada grupo y propone los criterios de coevaluación.
- Socializa los resultados de la coevaluación y hace la retroalimentación respectiva.

TIEMPO: 4 horas

1. Lean el siguiente texto que les servirá como guía para realizar el trabajo de campo propuesto en el numeral 3 de esta guía:

Las relaciones ecológicas entre las plantas cultivadas y otros seres vivos pueden ser positivas, negativas o neutras.

Cuando el hombre siembra plantas de una sola especie en cantidades considerables, estas se convierten en objetivo de muchos seres vivos como insectos, virus, bacterias u otras plantas que buscan alimentarse, protegerse, buscar refugio o depositar sus huevos en ellas. Cuando esto ocurre, se establecen relaciones ecológicas que pueden ser positivas, negativas o neutras para el cultivo.

Insectos: los insectos son los seres vivos que más interactúan con las plantas cultivadas, principalmente para alimentarse. En algunos casos, los insectos con aparato bucal masticador devoran hojas, raíces, tallos, flores, frutos o semillas. Para identificarlos, basta con observar si partes de las plantas están mordidas o perforadas, porque en tal caso es muy común encontrar larvas o adultos mordiendo las hojas o dentro de los tallos o frutos, como se puede observar en las siguientes imágenes.



Figura 1. Signos de ataque de insectos con aparato bucal masticador en plantas.

Los insectos masticadores más comunes son: hormiga arriera, larvas de mariposa, grillos, larvas o adultos de escarabajos (gorgojos, picudos, broca, mojoyoy), larvas de la mosca de la fruta.

Cuando el insecto tiene aparato picador-chupador, succiona la savia de la planta desde las hojas o ramas más tiernas.



Figura 2. Insectos con aparato bucal picador-chupador que atacan las plantas.

Se identifican fácilmente, cuando se ven puntitos amarillos o negros en la parte superior de la hoja o cuando las hojas tiernas se enrollan. Si se observa en la parte inferior de las hojas o en los tallos tiernos se descubren grandes poblaciones de insectos pertenecientes al grupo de los chinches, pulgones o áfidos, ácaros, mosca blanca y escamas. Al succionar la savia, la planta no muere, pero se enferma y pierde muchas hojas.

Microorganismos: las interacciones entre plantas y microorganismos son más difíciles de encontrar, debido al tamaño microscópico de estos. La única forma de detectarlos es mediante los signos que se presentan cuando atacan estructuras de la planta. Cuando se trata de un hongo, generalmente las hojas se ven con grandes porciones de tejido seco y quebradizo. En las raíces de algunas plantas, se encuentran lesiones en forma de bultos o nódulos que son evidencia de nemátodos. El daño causado por microorganismos se debe a que estos extraen los fluidos directamente de las células de la planta, causándoles la muerte y por lo tanto matando el tejido. Las plantas atacadas por microorganismos no mueren, pero sí se enferman y pierden parcial o totalmente los tejidos afectados, como raíces, hojas, tallos, flores, frutos o semillas.



Figura 3. Signos de ataque de hongos en plantas.

Plantas: Muchas plantas se mezclan con los cultivos para luchar por recursos como agua, luz o nutrientes. Otras plantas crecen muy rápido y se adueñan del territorio, suprimiendo a otras plantas de crecimiento más lento. En otros casos producen sustancias tóxicas que expulsan al ambiente, con las cuales, sin proponérselo, evitan el crecimiento de otras plantas o ahuyentan insectos impidiendo así que estos ataquen los cultivos.

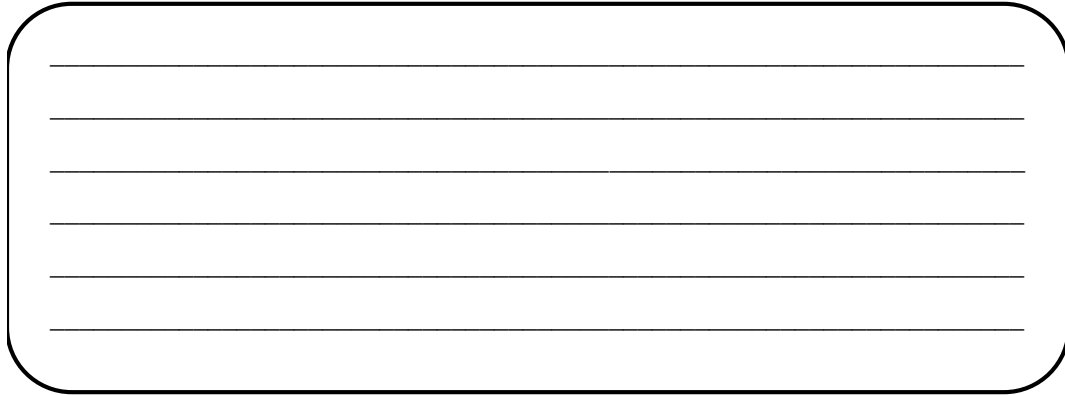


Figura 4. Asociación entre plantas y cultivos

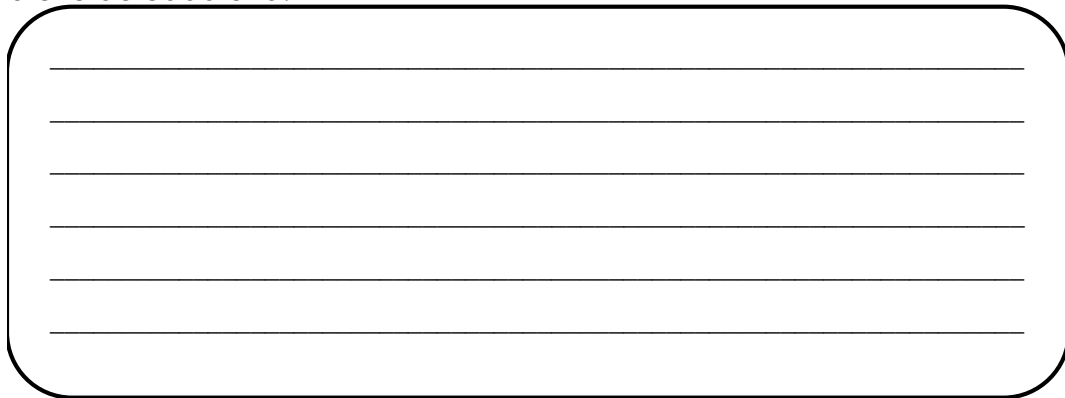
Hay que resaltar que muchos seres vivos que se encuentran en los agroecosistemas no generan ningún daño y solo buscan sobrevivir.

2. Después de haber leído el texto anterior, contesten las siguientes preguntas:

¿Cuáles problemas detectaron en el texto?



¿Cuáles relaciones ecológicas detectaron en el texto? Hagan una descripción breve de cada una.



3. Cada grupo de trabajo debe hacer un recorrido por los cultivos agroecológicos de la huerta y las zonas verdes de la granja en general. Deben observar muy cuidadosamente las diferentes interacciones que puedan encontrar entre las plantas cultivadas y los demás seres vivos que encuentren asociados a ellas. Recuerden que en muchos casos no es fácil encontrar organismos, pues estos tienen diferentes estrategias para ocultarse, o simplemente por ser tan pequeños no se pueden ver a simple vista. Por eso es importante que investiguen por debajo de las hojas, en el interior de las flores, en los tallos y ramas más tiernos, en los frutos, raíces, en el suelo, etc. Para facilitar su búsqueda usen una lupa o recolecten muestras para observar en el estereoscopio.

Tomen muchos apuntes y fotos con sus celulares, principalmente de los organismos que se encuentran interactuando en cada relación ecológica encontrada y llenen la siguiente tabla:

Relación ecológica observada	Organismo 1	Organismo 2	Descripción

4. Evaluación: cada grupo debe construir un poster que contenga: título, objetivo, nombre de los integrantes y las fotos de las relaciones ecológicas encontradas en la granja, especificando el nombre de cada organismo participante y del tipo de relación ecológica. Cada poster se debe exhibir en la pared del aula o sus alrededores para que todos lo observen y califiquen. Cada grupo debe estar junto a su poster para responder las preguntas que surjan después de la observación. Los criterios de calificación son los siguientes:

Criterio	Dominio del tema	Participación de todo el grupo	Respuesta a las preguntas	Claridad de las ayudas	Promedio
Calificación					

Fecha: _____ Grupo: _____

SESIÓN 6: ¿Cómo detecto y soluciono problemas en mis cultivos?

OBJETIVO: Analizar, comprender y solucionar problemas en los cultivos agroecológicos.

IDEA CLAVE: cuando hay monocultivos, es fácil que se presenten muchos problemas que se manifiestan por los síntomas o signos de daño que se pueden detectar cuando se sabe diferenciar una planta enferma de una planta sana.

DESEMPEÑOS ESTUDIANTES:

- Persiste en la búsqueda de respuestas a sus preguntas.
- Analiza y comprende problemas propios de las Ciencias Naturales y en cultivos agroecológicos.
- Usa sus conocimientos sobre relaciones ecológicas interespecíficas y agroecología para proponer soluciones a los problemas que se presenten en los cultivos.
- Busca información en diferentes fuentes, escoge la pertinente y da el crédito correspondiente.

DESEMPEÑOS DEL DOCENTE:

- Saluda a los estudiantes, les plantea los pactos de aula para trabajar y los roles de cada estudiante dentro del grupo.
- Plantea el tema a trabajar, los tiempos de duración, los objetivos y desempeños que se esperan alcanzar con la sesión.
- Entrega la guía de campo.
- Resuelve preguntas sobre la guía de trabajo.
- Valora los desempeños de los estudiantes.
- Realiza las correcciones.
- Retroalimenta los resultados.

TIEMPO: 5 horas

Durante el desarrollo de la actividad anterior hicieron un recorrido por algunos de los problemas que causan los insectos, los microorganismos y las plantas a los cultivos agrícolas cuando se relacionan con ellos. Aprendimos que al principio es muy difícil detectar los problemas, pero que, si se lee con atención el escenario,

los problemas van surgiendo. El reto está en plantear la solución. En esta sesión, aprenderemos a identificar problemas y a solucionarlos.

1. ¿Qué se entiende por problema en un cultivo?

Imagínense que entran a un cafetal y encuentran muchos árboles con abundantes hojas secas. Además, las pocas hojas verdes que les quedan tienen un polvillo naranjado en la mayor parte de la lámina de la hoja. Ese es un problema gravísimo, que debe ser solucionado rápido.

¿Qué procedimiento usarían para abordar el problema y solucionarlo? Escriban sus respuestas en una hoja.

2. ¿Cómo podemos resolver un problema y mejorar mis conocimientos en el intento?

El proceso de resolución de problemas además de ser un elemento base en el aprendizaje, también lo es en el proceso de producción del conocimiento. Los pensadores contemporáneos argumentan que plantear un problema es fundamental para avanzar en el conocimiento y que las teorías científicas surgen cuando los científicos, formulan, descubren o se enfrentan a campos problemáticos nuevos. La resolución de problemas es un proceso que utiliza el conocimiento de una o varias disciplinas (en este caso la Biología y la agroecología) y las técnicas y habilidades de esas disciplinas para salvar el espacio existente entre el problema y su solución. Tú como estudiante puedes resolver una situación problema, confrontando tus propios saberes y teorías con las teorías del mundo científico. Un procedimiento sencillo y fácil de ejecutar para resolver problemas, consta de 4 pasos y es el siguiente:

1. Comprender y analizar el problema: Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, identificando los conceptos conocidos y desconocidos del problema. En esta primera etapa se identifica el problema con claridad. Después se deben emitir hipótesis acerca de cómo se podría solucionar.

2. Diseño y planificación de la solución: diseñar y planificar una solución teniendo en cuenta los conceptos conocidos y desconocidos y los conocimientos propios del tema en los que se fundamenta la situación problema. Elaborar y explicar distintas vías de resolución para luego proceder a escoger la mejor opción. En este punto se debe **evitar el puro ensayo y error**.

3. Dar solución al problema: Realizar la resolución del problema aplicando la ruta de solución escogida dando una explicación verbal muy profunda, fundamentando lo que se hace y **evitando, una vez más, verbalismos o conceptos carentes de sustentación científica o técnica**.

4. Verificación de la solución. analizando si la respuesta explica en realidad la pregunta que se planteó en el problema. Analizar cuidadosamente los resultados a la luz de las soluciones elaboradas para definir si la solución fue efectiva o no.

Ahora que ya sabemos cómo abordar un problema para solucionarlo, apliquen el procedimiento anterior, usando los cuatro pasos planteados para la resolución del problema planteado en el numeral 1. Los resultados de su trabajo entregarlos en una hoja aparte.

3. Situación problema 2: lean cuidadosamente el siguiente enunciado.

Don Mario un agricultor de la vereda Pérez Bajo, tiene una granja agroecológica familiar de la cual obtiene una buena parte de los alimentos que consume su familia y obtiene ingresos económicos a partir de la venta de sus cosechas en el mercado local del corregimiento Arabia. En los próximos días tiene programado cosechar y comercializar un cultivo de maíz orgánico. En un recorrido que hizo encontró que más del 50% de las plantas de su cultivo de maíz no han crecido mucho, tienen el tallo muy delgado y mazorcas muy pequeñas. Además, las hojas de la parte baja (hojas viejas) tienen un color amarillo pálido que va desde la punta hacia el nervio principal en forma de "V" invertida como se ve en la figura 5.

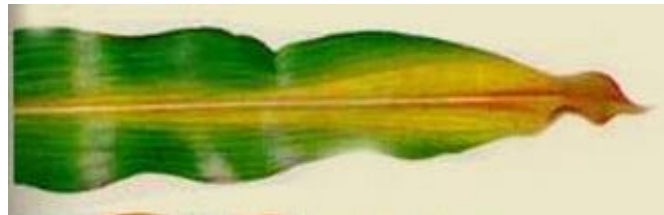


Figura 5. Hoja de maíz con el color amarillo encontrado por don Mario en su cultivo

Preocupado Don Mario, por el temor a que su cultivo no produzca una buena cosecha, acudió a la asesoría de un técnico agropecuario, para que le indicara que ocurría y que podía hacer.

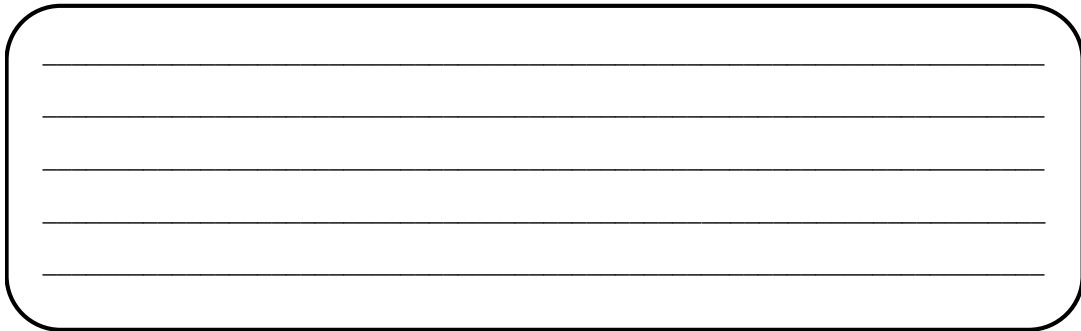
El técnico le explicó a Don Mario, que el color amarillo en las hojas era un síntoma de que en el suelo había una cantidad muy baja de nitrógeno. También le dijo que se podía solucionar inmediatamente aplicando un fertilizante químico llamado Urea. Ante esta respuesta Don Mario le explicó, que él era un productor agroecológico y que además de ser muy costosa la urea, él sabía las consecuencias de este químico cuando se le echaba al suelo, así que le pidió una solución agroecológica. Ante esta solicitud, el técnico arrancó una planta de frijol de la huerta y le mostro a don Mario unos bulticos que había en las raíces. A continuación, le explicó que durante siglos los cultivadores han sembrado esta planta para enriquecer el suelo con nitrógeno de manera natural, sin saber que es debido a una estrecha relación de mutualismo que establece la planta con una bacteria del suelo llamada *Rhizobium leguminosarum* y que ocurre en la raíz. Por lo tanto, le recomendó cuidar lo poco que podía rescatar de su actual cultivo, no invertir más en las plantas afectadas y cosechar lo que lograra producir. Finalmente, para recuperar la fertilidad de su lote, le recomendó sembrar frijol y

luego de cosecharlo, picar muy bien las plantas en el suelo y un tiempo después volver a sembrar maíz.

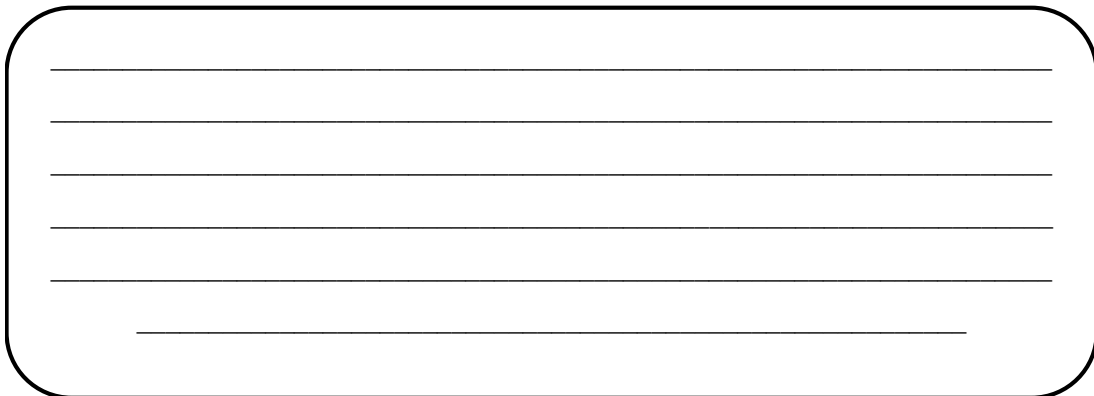
En el texto anterior ¿Cuál es el problema principal y cuales los problemas derivados de este?



¿Cuáles son las causas del problema principal y cuales las causas de los problemas derivados?



¿Cuáles son los conceptos conocidos y desconocidos del problema principal?

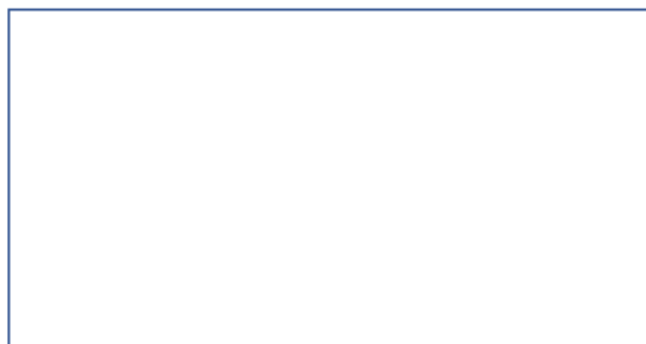


Planteen una o varias hipótesis sobre posibles soluciones al problema, diferentes a las recomendadas por el técnico:

Cuáles son los pasos que don Mario debe seguir para aplicar la solución. Escriban una corta justificación para cada paso:

¿Cómo verificarían que la solución al problema va a funcionar y que don Mario podría estar tranquilo en la siguiente siembra de maíz?

Diríjanse a la huerta y en una planta de frijol observen las raíces. En el rectángulo hagan un dibujo que represente el mutualismo que ocurre en las raíces. En el cuadro de texto abajo, describan en que consiste la relación de mutualismo del texto, que organismos participan y cuál es el beneficio para cada uno.

A rounded rectangular box with a thin black border, containing ten horizontal lines for a student to write a description of the mutualism relationship, the organisms involved, and the benefits for each.

Fecha: _____ Grupo: _____

SESIÓN 7 ¿Cómo aplico mis conocimientos sobre relaciones ecológicas y Agroecología para solucionar problemas en los cultivos?

OBJETIVO: Solucionar problemas en los cultivos usando mis conocimientos en agroecología y relaciones ecológicas interespecíficas.

IDEA CLAVE: El parasitismo y la depredación son las principales relaciones ecológicas que se estimulan en la agroecología para mantener el equilibrio.

DESEMPEÑOS DE LOS ESTUDIANTES:

- Ejemplifica relaciones ecológicas interespecíficas en diferentes contextos.
- Analiza y comprende problemas propios de las Ciencias Naturales y en cultivos agroecológicos.
- Usa sus conocimientos sobre relaciones ecológicas interespecíficas y agroecología para proponer soluciones a los problemas que se presenten en los cultivos.
- Busca información en diferentes fuentes, escoge la pertinente y da el crédito correspondiente.
- Escucha activamente a sus compañeros y compañeras, reconoce otros puntos de vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos.

DESEMPEÑOS DEL DOCENTE:

- Saluda a los estudiantes, les plantea los pactos de aula para trabajar y los roles de cada estudiante dentro del grupo.
- Plantea el tema a trabajar, los tiempos de duración, los objetivos y desempeños que se esperan alcanzar con la sesión.
- Entrega la guía de trabajo.
- Resuelve preguntas sobre la guía de trabajo.
- Valora los desempeños de los estudiantes.
- Realiza las correcciones.
- Retroalimenta los resultados.
- Emite resultados finales y hace el cierre de la secuencia didáctica.
- Recibe las impresiones de los estudiantes y hace evaluación final (postest).

TIEMPO: 7 horas

DESCRIPCIÓN: En las actividades anteriores, comprendimos que en la naturaleza las interacciones que se dan entre los organismos vivos de un ecosistema o agroecosistema hacen parte de la dinámica natural que debe ocurrir para que haya un equilibrio permanente entre todos los componentes del ecosistema. Este equilibrio es necesario, o si no, imagínense que no existieran depredadores o parásitos que controlen las poblaciones de cebras, insectos, microorganismos, etc. Viviríamos en un planeta superpoblado por todo tipo de seres vivos que agotarían rápidamente los recursos disponibles hasta acabar con la misma existencia de la vida en la tierra. ¡Sería un escenario catastrófico!

También hemos aprendido que en un agroecosistema ocurren interacciones muy similares, pero en menor escala. Actualmente la agricultura de revolución verde ha eliminado en gran medida las relaciones ecológicas que se dan en los cultivos, debido a que se siembran grandes extensiones de tierra con una sola planta que son manejadas con agroquímicos. Este tipo de agricultura no permite que se asocien otras plantas para que se propicie la aparición de las relaciones ecológicas necesarias para que se establezcan los enemigos naturales de las posibles plagas.

Por ejemplo, cuando la broca llegó a Colombia, al principio se pensaba que la mejor forma de controlar esta plaga era usando insecticidas químicos, pero con el tiempo los caficultores se dieron cuenta que esta solución no era la mejor, ya que, día tras día aumentaba la población de este insecto en los cafetales. Con el tiempo, los científicos descubrieron que había varios enemigos naturales que eran más efectivos para atacar esta plaga. Se dieron la tarea de investigar profundamente, para definir como se podría sacar provecho de ellos. Es a partir de estas investigaciones que hoy día las mejores soluciones contra la broca se fundamentan en el uso de estos enemigos naturales y las relaciones ecológicas que entre ellos se establece.

Retomando el proceso para la resolución de problemas en cultivos, vamos a aplicar cada paso con toda rigurosidad para darle solución al problema de broca en los cafetales, en los siguientes cuadros de texto:

1. Comprender y analizar el problema: expliquen aquí, que signos se deben tener en cuenta para estar seguros de que es la broca el problema que se está presentando en un cafetal.

Ahora, deben emitir hipótesis acerca de cómo se podría solucionar.

2. Diseño y planificación de la solución: ahora deben diseñar y planificar una solución teniendo en cuenta los conceptos y los conocimientos que ya tienen sobre agroecología y relaciones ecológicas interespecíficas. Aquí deben elaborar y explicar distintas rutas de resolución sustentadas en la investigación y fundamentación científica, para así evitar la especulación verbal sin fundamento. Finalmente deben escoger la mejor ruta de resolución.

Ruta 1:

Ruta 2:

Ruta 3:

Ruta 4:

3. Dar solución al problema: Realizar la resolución del problema aplicando la ruta de solución escogida dando una explicación verbal muy profunda, sobre porque fue escogida, como funciona, como actúa, que dosis o cantidades se usaran, como se adquiere, como se aplica, etc. Aquí se debe fundamentar lo que se va a hacer, **evitando, una vez más, verbalismos o conceptos carentes de sustentación científica o técnica.**

EVALUACIÓN FINAL: Llegó la hora de demostrarle a todos, los aprendizajes adquiridos respecto a relaciones ecológicas y resolución de problemas. Para lograrlo, deben escoger un cultivo de la huerta y el problema de plaga o enfermedad más representativo que identificaron en la sesión 5. Deben investigar sobre el ser vivo que causa el problema, como actúa, como se identifica el problema en el campo, deben escoger una solución que use las relaciones ecológicas interespecíficas y especificar como actúa la solución y que tipo de relación ecológica se establece entre el organismo problema y el organismo solución. Finalmente deben idear una estrategia de verificación que sea acertada y bien sustentada. Finalmente deben exponer ante sus demás compañeros el resultado de su trabajo. la evaluación se hará teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Criterio	Dominio del tema	Participación de todo el grupo	Respuesta a las preguntas	Claridad de las ayudas	Promedio
Calificación					

Bibliografía:

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas: guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Santa Fé de Bogotá.

El Tiempo. (1991). *La broca se toma el café*. Recuperado de:

www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-218086

Relaciones entre los seres vivos. Recuperado de:

https://www.youtube.com/watch?v=H5AqB6M_Nw4

Los controladores de mentes: animales e insectos zombies reales. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=KY7E5TodGNk>